

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002年9月12日 (12.09.2002)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/071537 A1

(51) 国際特許分類:

H01Q 3/02

(74) 代理人: 藤本 英介, 外(FUJIMOTO,Eisuke et al.); 〒100-0014 東京都 千代田区 永田町二丁目14番2号
山王グランドビルディング3階317区藤本特許法律事務所内 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号:

PCT/JP02/01806

(81) 指定国(国内): CN, US.

(22) 国際出願日: 2002年2月27日 (27.02.2002)

(84) 指定国(広域): ヨーロッパ特許(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(30) 優先権データ:
特願2001-58744 2001年3月2日 (02.03.2001) JP

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイドスノート」を参照。

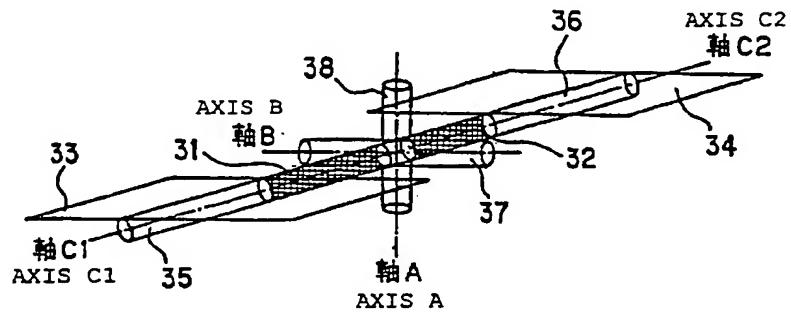
(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): シャープ
株式会社 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒
545-8522 大阪府 大阪市 阿倍野区長池町22番22号
Osaka (JP).

(72) 発明者: および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 神崎 昭浩 (KAN-
ZAKI,Akihiro) [JP/JP]; 〒639-1186 奈良県 大和郡山市
美濃庄町492 Nara (JP).

(54) Title: ANTENNA CONTROLLER AND CONTROLLING METHOD

(54) 発明の名称: アンテナ制御装置および制御方法



(57) Abstract: Angle of elevation, azimuth angle and a required rotational angle of a first antenna (33) and a second antenna (34) are calculated using a specified calculating means and mechanisms for regulating the angle of elevation, azimuth angle and rotation of the first antenna (33) and the second antenna (34) are controlled to direct the first antenna (33) and the second antenna (34) in the direction of communication target (first satellite) T1 and (second satellite) T2, respectively.

[続葉有]

WO 02/071537 A1



(57) 要約:

所定の算出手段を用いて、第1のアンテナ33および第2のアンテナ34の仰角、方位角、必要な回転角度を算出し、第1のアンテナ33および第2のアンテナ34が、各々通信目標（第1の衛星）T1および（第2の衛星）T2の方向に向くように、第1のアンテナ33および第2のアンテナ34の仰角調整機構、方位角調整機構および回転機構を制御する。

明細書

アンテナ制御装置および制御方法

5 技術分野

本発明は、静止衛星等のように位置情報が既知の静止目標、または非静止衛星等のように運行情報が既知の移動目標との通信に用いるアンテナ制御装置および制御方法に関する。

背景技術

10 従来より、静止衛星等のように位置情報が既知の静止目標、または非静止衛星等のように運行情報が既知の移動目標との通信に用いるアンテナ制御装置および制御方法が種々提案されている。

従来のアンテナ装置は、例えば、図22に示すように、仰角調整機構243と方位角調整機構244を備えており、この仰角調整機構243と方位角調整機構244を用いてアンテナ241の仰角と方位角を調整することにより、台座242に対してアンテナ241を任意の方向に向けることができるようになっている。

20 すなわち、従来のアンテナ装置は、合計2軸を使用して、通信対象となる目標に対してアンテナ241を向いている。そして、複数の通信対象と同時に通信を行う場合には、一般的に通信対象と同数のアンテナ装置を使用しなければならない。

しかしながら、アンテナ装置を複数設置した場合には、広い設置場所が必要となるばかりではなく、通信対象の方向とアンテナの位置関係によっては、アンテナ同士が互いに通信の障害となってしまう。

25 すなわち、図23に示すように、軸線を中心にして回転可能な回転台11上に複数個のアンテナ12a, bが搭載されたアンテナ装置では、図24に示す

ように、2基のアンテナ12が同時に通信目標21を捕捉しようとすると、前方のアンテナ12bが障害物となって後方のアンテナ12aの送信または受信レベルを低下させてしまう場合があった。

5 このような不都合を解決する方法として、回転台11を回転させて、前方の
アンテナが後方のアンテナの障害物とならないようにする技術が、特開平9-
247070号公報に開示されている。

しかしながら、特開平9-247070号公報に開示された技術では、回転台11を回転させるための軸が増加して制御が複雑になるとともに、アンテナ装置の大型化、価格の上昇、重量の増加および運搬や設置の手間の増加を招くという問題があった。

そこで、このような問題点を解決するために、図1に示すようなアンテナ装置を用いることが考えられる。

すなわち、図1に示すアンテナ装置は、同一平面上で平行かつ非対向に配置され、同一方向に沿った軸C1、C2をそれぞれ有する第1の腕木31および第2の腕木32と、第1の腕木31に支持されるとともに、その指向性が、軸C1に対して任意の方向に向かう第1のアンテナ33と、第2の腕木32に支持されるとともに、その指向性が、軸C2に対して任意の方向に向かう第2のアンテナ34と、第1のアンテナ33を、軸C1を中心に回転させるための第1の回転機構35と、第2のアンテナ34を、軸C2を中心に回転させるための第2の回転機構36と、第1の腕木31および第2の腕木32に共通の腕木仰角調整機構37と、第1の腕木31および第2の腕木32に共通の腕木方位角調整機構38とから構成されている。

このアンテナ装置では、同時に通信する目標数を2機以下に限定し、2つのアンテナが2軸を共有することにより、アンテナを台座に載せる方法と比較して軸数が少なくなるという特徴がある。

しかしながら、図1に示す構成を備えたアンテナ装置は、2つのアンテナが

2軸を共有するという特徴のため、従来のアンテナにおける方向制御方法をそのまま適用できないという問題がある。

本発明は、上述した事情に鑑み提案されたもので、複数の通信対象と同時に通信を行うためのアンテナ装置において、装置の大型化および重量の増加を招くことなく、製造コストを低減することが可能で、かつ運搬や設置が容易なアンテナ制御装置および制御方法を提供することを目的とする。

発明の開示

本発明に係るアンテナ制御装置および制御方法は、上述した目的を達成するため、以下の特徴点を備えている。

まず本発明の第1の要旨は、同一平面上で平行かつ非対向に配置され、同一方向に沿った軸C1、C2をそれぞれ有する第1の腕木および第2の腕木と、

前記第1の腕木に支持されるとともに、その指向性が、前記軸C1に対して任意の方向に向かう第1のアンテナと、

前記第2の腕木に支持されるとともに、その指向性が、前記軸C2に対して任意の方向に向かう第2のアンテナと、

前記第1のアンテナを、前記軸C1を中心に回転させるための第1の回転機構と、

前記第2のアンテナを、前記軸C2を中心に回転させるための第2の回転機構と、

前記第1の腕木および前記第2の腕木に共通の腕木仰角調整機構と、

前記第1の腕木および前記第2の腕木に共通の腕木方位角調整機構とからなる位置情報が既知であるアンテナ装置と、

位置情報または運行情報が既知である2つの通信目標T1、T2とを備え、

前記アンテナ装置と前記通信目標との組み合わせにより構成される通信システムに用いるアンテナ制御装置において、

前記第1の回転機構の回転角度を検出するための第1の回転角度検出手段と、
前記第1の回転機構を制御するための第1の回転機構制御手段と、

前記第2の回転機構の回転角度を検出するための第2の回転角度検出手段と、
前記第2の回転機構を制御するための第2の回転機構制御手段と、

5 前記腕木仰角調整機構の仰角を検出するための仰角検出手段と、

前記腕木仰角調整機構を制御するための腕木仰角調整機構制御手段と、

前記腕木方位角調整機構の方位角を検出するための方位角検出手段と、

前記腕木方位角調整機構を制御するための腕木方位角調整機構制御手段と、

前記アンテナ装置における緯度、経度および高度からなる設置位置と、前記
10 2つの通信目標T1およびT2の位置情報に基づいて、前記2つの通信目標
T1およびT2と前記アンテナ装置との設置位置を結んでなる三角形を含む平
面Pを算出するための手段Dと、

前記手段Dにおける算出結果に基づいて、前記第1の腕木および前記第2の
腕木が、前記平面Pと直交する仰角 ϕ を算出するための手段E1と、

15 前記手段Dにおける算出結果に基づいて、前記第1の腕木および前記第2の
腕木が、前記平面Pと直交する方位角 θ を算出するための手段E2と、

前記仰角検出手段により検出された現在の前記第1の腕木および前記第2の
腕木の仰角と、前記手段E1の算出結果に基づいて、前記第1の腕木および
前記第2の腕木が仰角 ϕ をなすように、前記軸C1および前記軸C2に直交す
る軸Bにおける必要な回転角度RBを算出するための手段F1と、

20 前記方位角検出手段により検出された現在の前記第1の腕木および前記第2
の腕木の方位角と、前記手段E2の算出結果に基づいて、前記第1の腕木お
よび前記第2の腕木の方向が方位角 θ をなすように、前記軸C1および前記軸
C2に直交するとともに、前記軸Bに直交する軸Aにおける必要な回転角度RA
を算出するための手段F2と、

前記第1の腕木および前記第2の腕木の方向を、仰角 ϕ および方位角 θ とし

た場合に、前記第1のアンテナを、前記通信目標T1に対向させるために前記軸C1における必要な回転角度RC1を算出するための手段F3と、

前記第1の腕木および前記第2の腕木の方向を、仰角 ϕ および方位角 θ とした場合に、前記第2のアンテナを、前記通信目標T2に対向させるために前記軸C2における必要な回転角度RC2を算出するための手段F4と、

5

を備え、

前記手段F1、F2、F3およびF4の算出結果に基づいて、前記第1のアンテナおよび前記第2のアンテナが各々前記通信目標T1およびT2の方向に向くように、前記仰角調整機構、前記方位角調整機構、前記第1の回転機構および前記第2の回転機構を制御することを特徴とするアンテナ制御装置にある。

10

次に本発明の第2の要旨は、前記アンテナ装置は、前記第1のアンテナの受信レベルを測定するための第1の受信レベル測定手段と、前記第2のアンテナの受信レベルを測定するための第2の受信レベル測定手段とを備え、

15

前記第1の受信レベル測定手段および前記第2の受信レベル測定手段により測定された受信レベルに基づいて、追尾開始のタイミングを決定することを特徴とする前記要旨1記載のアンテナ制御装置にある。

また本発明の第3の要旨は、同一平面上で平行かつ非対向に配置され、同一方向に沿った軸C1、C2をそれぞれ有する第1の腕木および第2の腕木と、

20

前記第1の腕木に支持されるとともに、その指向性が、前記軸C1に対して任意の方向に向かう第1のアンテナと、

前記第2の腕木に支持されるとともに、その指向性が、前記軸C2に対して任意の方向に向かう第2のアンテナと、

前記第1のアンテナを、前記軸C1を中心に回転させるための第1の回転機構と、

25

前記第2のアンテナを、前記軸C2を中心に回転させるための第2の回転機構と、

前記第1の腕木および前記第2の腕木に共通の腕木仰角調整機構と、

前記第1の腕木および前記第2の腕木に共通の腕木方位角調整機構とからなる位置情報が既知であるアンテナ装置と、

位置情報または運行情報が既知である2つの通信目標T1、T2とを備え、

5 前記アンテナ装置と前記通信目標との組み合わせにより構成される通信システムに用いるアンテナ制御装置における方向制御方法において、

前記アンテナ制御装置は、

前記第1の回転機構の回転角度を検出するための第1の回転角度検出手段と、

前記第1の回転機構を制御するための第1の回転機構制御手段と、

10 前記第2の回転機構の回転角度を検出するための第2の回転角度検出手段と、

前記第2の回転機構を制御するための第2の回転機構制御手段と、

前記腕木仰角調整機構の仰角を検出するための仰角検出手段と、

前記腕木仰角調整機構を制御するための腕木仰角調整機構制御手段と、

前記腕木方位角調整機構の方位角を検出するための方位角検出手段と、

15 前記腕木方位角調整機構を制御するための腕木方位角調整機構制御手段と、

前記アンテナ装置における緯度、経度および高度からなる設置位置と、前記2つの通信目標T1およびT2の位置情報とに基づいて、前記2つの通信目標T1およびT2と前記アンテナ装置との設置位置を結んでなる三角形を含む平面Pを算出するための手段Dと、

20 前記手段Dにおける算出結果に基づいて、前記第1の腕木および前記第2の腕木が、前記平面Pと直交する仰角 ϕ を算出するための手段E1と、

前記手段Dにおける算出結果に基づいて、前記第1の腕木および前記第2の腕木が、前記平面Pと直交する方位角 θ を算出するための手段E2と、

25 前記仰角検出手段により検出された現在の前記第1の腕木および前記第2の腕木の仰角と、前記手段E1の算出結果とに基づいて、前記第1の腕木および前記第2の腕木が仰角 ϕ をなすように、前記軸C1および前記軸C2に直交す

る軸Bにおける必要な回転角度R Bを算出するための手段F 1と、

前記方位角検出手段により検出された現在の前記第1の腕木および前記第2の腕木の方位角と、前記手段E 2の算出結果とに基づいて、前記第1の腕木および前記第2の腕木の方向が方位角 θ をなすように、前記軸C 1および前記軸C 2に直交するとともに、前記軸Bに直交する軸Aにおける必要な回転角度R Aを算出するための手段F 2と、

前記第1の腕木および前記第2の腕木の方向を、仰角 ϕ および方位角 θ とした場合に、前記第1のアンテナを、前記通信目標T 1に対向させるために前記軸C 1における必要な回転角度R C 1を算出するための手段F 3と、

前記第1の腕木および前記第2の腕木の方向を、仰角 ϕ および方位角 θ とした場合に、前記第2のアンテナを、前記通信目標T 2に対向させるために前記軸C 2における必要な回転角度R C 2を算出するための手段F 4と、
を備え、

前記手段Dを用いて、前記通信目標T 1およびT 2と、前記アンテナ装置の設置位置を結ぶ三角形を含む平面P 1を算出するステップと、

前記手段Dの算出結果に基づき、前記第1の腕木および前記第2の腕木の方向が前記平面P 1と直交する仰角 ϕ 1および方位角 θ 1を、前記手段E 1およびE 2を用いて算出するステップと、

前記手段E 1およびE 2の算出結果に基づき、前記第1の腕木および前記第2の腕木の方向である仰角 ϕ 1および方位角 θ 1が、前記平面P 1と直交するように、前記仰角調整機構および方位角調整機構を動かすステップと、

前記手段E 3およびE 4の算出結果に基づき、前記第1のアンテナおよび前記第2のアンテナを各々通信目標T 1、T 2の方向に対向させるように、前記第1の回転機構および前記第2の回転機構を動かすステップとにより、前記第1の腕木、前記第2の腕木および前記各アンテナを動かして、前記通信目標T 1、T 2に対して前記各アンテナを対向させることを特徴とするアンテナ制御

方法にある。

次に本発明の第4の要旨は、前記アンテナ装置は、前記第1のアンテナの受信レベルを測定するための第1の受信レベル測定手段と、前記第2のアンテナの受信レベルを測定するための第2の受信レベル測定手段とを備え、

5 前記第1の受信レベル測定手段あるいは前記第2の受信レベル測定手段のいずれか一方により測定された受信レベルが、予め設定された追尾動作開始の基準値を下回った場合に、追尾動作を開始して受信レベルを維持するステップを含むことを特徴とする前記要旨3記載のアンテナ制御方法にある。

また本発明の第5の要旨は、前記アンテナ装置は、前記第1のアンテナの受信レベルを測定するための第1の受信レベル測定手段と、前記第2のアンテナの受信レベルを測定するための第2の受信レベル測定手段とを備え、

10 前記第1の受信レベル測定手段あるいは前記第2の受信レベル測定手段のいずれか一方により測定された受信レベルが、予め設定された前記第1のアンテナおよび前記第2のアンテナの双方で1機の通信目標の追尾を開始する基準値を下回った場合に、前記第1のアンテナおよび前記第2のアンテナの双方により、いずれか一つの通信目標の追尾動作を開始して、受信レベルを維持することを特徴とする前記要旨3記載のアンテナ制御方法にある。

次に本発明の第6の要旨は、前記第1のアンテナおよび前記第2のアンテナの双方により、いずれか1機の通信目標の追尾動作を開始した場合に、

20 前記第1の受信レベル測定手段および前記第2の受信レベル測定手段の双方により測定された受信レベルが、予め設定された追尾再開の基準値を一定時間以上連続して上回った場合に、追尾動作を停止していた前記他の通信目標の追尾を再開することを特徴とする前記要旨5記載のアンテナ制御方法にある。

また本発明の第7の要旨は、前記通信目標が一つの場合に、前記第1のアンテナと前記第2のアンテナとが同時に当該一つの通信目標を捕捉するようにして、前記第1のアンテナあるいは前記第2のアンテナのいずれか1つのみで通

信する場合と比較して、送信レベルおよび受信レベルを増加させることを特徴とする前記要旨 3 記載のアンテナ制御方法にある。

さらに本発明の第 8 の要旨は、同一平面上で平行かつ非対向に配置され、同一方向に沿った軸 C 1、C 2 をそれぞれ有する第 1 の腕木および第 2 の腕木と、

前記第 1 の腕木に支持されるとともに、その指向性が、前記軸 C 1 に対して任意の方向に向かう第 1 のアンテナと、

前記第 2 の腕木に支持されるとともに、その指向性が、前記軸 C 2 に対して任意の方向に向かう第 2 のアンテナと、

前記第 1 のアンテナを、前記軸 C 1 を中心に回転させるための第 1 の回転機構と、

前記第 2 のアンテナを、前記軸 C 2 を中心に回転させるための第 2 の回転機構と、

前記第 1 の腕木および前記第 2 の腕木に共通の腕木仰角調整機構と、

前記第 1 の腕木および前記第 2 の腕木に共通の腕木方位角調整機構とからなる位置情報が既知であるアンテナ装置と、

位置情報または運行情報が既知である 2 つの通信目標 T 1、T 2 とを備え、

前記アンテナ装置と前記通信目標との組み合わせにより構成される通信システムに用いるアンテナ制御装置における方向制御方法において、

前記アンテナ制御装置は、

前記第 1 の回転機構の回転角度を検出するための第 1 の回転角度検出手段と、

前記第 1 の回転機構を制御するための第 1 の回転機構制御手段と、

前記第 2 の回転機構の回転角度を検出するための第 2 の回転角度検出手段と、

前記第 2 の回転機構を制御するための第 2 の回転機構制御手段と、

前記腕木仰角調整機構の仰角を検出するための仰角検出手段と、

前記腕木仰角調整機構を制御するための腕木仰角調整機構制御手段と、

前記腕木方位角調整機構の方位角を検出するための方位角検出手段と、

前記腕木方位角調整機構を制御するための腕木方位角調整機構制御手段と、

前記アンテナ装置における緯度、経度および高度からなる設置位置と、2つの通信目標T1およびT2の位置情報とに基づいて、前記2つの通信目標T1およびT2と前記アンテナ装置との設置位置を結んでなる三角形を含む平面Pを算出するための手段Dと、

前記手段Dにおける算出結果に基づいて、前記第1の腕木および前記第2の腕木が、前記平面Pと直交する仰角 ϕ を算出するための手段E1と、

前記手段Dにおける算出結果に基づいて、前記第1の腕木および前記第2の腕木が、前記平面Pと直交する方位角 θ を算出するための手段E2と、

前記仰角検出手段により検出された現在の前記第1の腕木および前記第2の腕木の仰角と、前記手段E1の算出結果とに基づいて、前記第1の腕木および前記第2の腕木が仰角 ϕ をなすように、前記軸C1および前記軸C2に直交する軸Bにおける必要な回転角度RBを算出するための手段F1と、

前記方位角検出手段により検出された現在の前記第1の腕木および前記第2の腕木の方位角と、前記手段E2の算出結果とに基づいて、前記第1の腕木および前記第2の腕木の方向が方位角 θ をなすように、前記軸C1および前記軸C2に直交するとともに、前記軸Bに直交する軸Aにおける必要な回転角度RAを算出するための手段F2と、

前記第1の腕木および前記第2の腕木の方向を、仰角 ϕ および方位角 θ とした場合に、前記第1のアンテナを、前記通信目標T1に対向させるために前記軸C1における必要な回転角度RC1を算出するための手段F3と、

前記第1の腕木および前記第2の腕木の方向を、仰角 ϕ および方位角 θ とした場合に、前記第2のアンテナを、前記通信目標T2に対向させるために前記軸C2における必要な回転角度RC2を算出するための手段F4と、

25 を備え、

通信対象となる前記通信目標の一つである通信目標T2を、前記通信目標T

2 とは異なる方向に存在する通信目標 T 3 へ変更する場合に、

前記手段 D を用いて、前記通信目標 T 1 および T 3 と、前記アンテナ装置の設置位置を結ぶ三角形を含む平面 P 2 を算出するステップと、

前記手段 D の算出結果に基づき、前記第 1 の腕木および前記第 2 の腕木の方向が前記平面 P 2 と直交する仰角 ϕ_2 および方位角 θ_2 を、前記手段 E 1 および E 2 を用いて算出するステップと、

前記腕木仰角調整機構および前記腕木方位角調整機構を動かす際に、前記通信目標 T 1 に向けられたアンテナの方向が、前記腕木の仰角および方位角の変化によるアンテナの向きに対する影響を相殺するように、前記第 1 のアンテナを回転させるステップとにより、

前記通信目標 T 1 との通信を継続したまま、通信対象を前記通信目標 T 2 から前記通信目標 T 3 への変更を可能としたことを特徴とするアンテナ制御方法にある。

図面の簡単な説明

15 図 1 は本発明に係るアンテナ制御装置の基本構成を示す構造原理図である。

図 2 は本発明の実施例 1 に係るアンテナ制御装置で使用する通信システムの概略構成図である。

図 3 は本発明の実施例 1 に係るアンテナ制御装置で使用する座標系の説明図である。

20 図 4 はアンテナと、アンテナに捕捉されている 2 機の衛星の位置関係を示す説明図である。

図 5 は 2 機の衛星を捕捉するようにアンテナ制御が可能なアンテナ制御装置（実施例 1）の概略構成図である。

25 図 6 は 2 機の目標を捕捉するアンテナ制御方法における手順を示すフローチャートである。

図 7 は本発明の実施例 2 に係るアンテナ制御装置の概略構成図である。

図 8 は実施例 2 に係るアンテナ制御装置において、追尾開始のタイミングを決定する手順を示すフローチャートである。

図 9 は第 1 の衛星の追尾開始のタイミングを決定するためのアンテナ制御装置（実施例 3）の概略構成図である。

5 図 10 は実施例 3 に係るアンテナ制御装置において、第 1 の衛星 T 1 の追尾開始のタイミングを決定する手順を示すフローチャートである。

図 11 は軸 A, B によるアンテナ制御方法を実施可能なアンテナ制御装置の概略構成図である。

10 図 12 は軸 A, B によるアンテナ制御方法の手順を示すフローチャートである。

図 13 は軸 A, C 1, C 2 によるアンテナ制御方法を実施可能なアンテナ制御装置の概略構成図である。

図 14 は軸 A, C 1, C 2 によるアンテナ制御方法の手順を示すフローチャートである。

15 図 15 は軸 B, C 1, C 2 によるアンテナ制御方法を実施可能なアンテナ制御装置の概略構成図である。

図 16 は軸 B, C 1, C 2 によるアンテナ制御方法の手順を示すフローチャートである。

図 17 は実施例 4 に係るアンテナ制御装置の概略構成図である。

20 図 18 は第 2 のアンテナにより、第 2 の衛星 T 2 の追尾を再開する手順を示すフローチャートである。

図 19 は第 1 および第 2 のアンテナの双方により 1 機の衛星を捕捉する手順を示すフローチャートである。

図 20 は実施例 6 に係るアンテナ制御装置の概略構成図である。

25 図 21 は追尾すべき衛星を変更する手順を示すフローチャートである。

図 22 は 1 機の通信対象と通信が可能な従来のアンテナ装置の概略構成図で

ある。

図23は複数の通信対象と同時に通信が可能な従来のアンテナ装置の概略構成図である。

図24は図1に示すアンテナ装置において、アンテナが他のアンテナにとつて障害物となっている様子を示す説明図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面に示す具体的な実施例に基づいて、本発明に係るアンテナ制御装置および制御方法の実施形態を説明する。

<実施例1>

まず、実施例1に係るアンテナ制御装置について説明する。

実施例1に係るアンテナ制御装置を適用する通信システムは、図2に示すように、第1の衛星T1と第2の衛星T2と、これらの衛星T1, T2と通信を行うためのアンテナ装置1とを備えている。

このアンテナ装置1は、図1に示すように、同一平面上で平行かつ非対向に配置され、同一方向に沿った軸C1, C2をそれぞれ有する第1の腕木31および第2の腕木32と、第1の腕木31に支持されるとともに、その指向性が、軸C1に対して任意の方向に向かう第1のアンテナ33と、第2の腕木32に支持されるとともに、その指向性が、軸C2に対して任意の方向に向かう第2のアンテナ34と、第1のアンテナ33を、軸C1を中心に回転させるための第1の回転機構35と、第2のアンテナ34を、軸C2を中心に回転させるための第2の回転機構36と、第1の腕木31および第2の腕木32に共通の腕木仰角調整機構37と、第1の腕木31および第2の腕木32に共通の腕木方位角調整機構38とから構成される。

本実施例1では、図3に示すように、4本の軸線A、B、C1、C2の交点を原点にしたx、y、z軸からなる3次元直交座標系を使用して、第1のアンテナ33と第2のアンテナ34が衛星T1、T2を捕捉した状態を表現する。

この3次元空間は、図4に示すようになっており、第1の衛星T1および第2の衛星T2の位置と、アンテナ装置の軸A、B、C1、C2を含む直線と、第1の衛星T1と原点を含む直線LT1と、第2の衛星T2と原点を含む直線LT2と、第1の衛星T1、第2の衛星T2および原点の3点を含む平面P1と、平面P1と平面Z=0のなす直線Lと、第1のアンテナ33および第2のアンテナ34の平面との関係を数式を用いて表現すると以下のようになる。

第1の衛星T1の位置: (x₁, y₁, z₁)

第2の衛星T2の位置: (x₂, y₂, z₂)

軸Aを含む直線: $x = 0$, $y = 0$

10 軸Bを含む直線: $(x/1_b) = (y/m_b)$, $z = 0$

軸C1, C2を含む直線: $(x/1_c) = (y/m_c) = (z/n_c)$

直線 L_{T1} ($T1$ と原点を結ぶ直線) : $(x/1_{T1}) = (y/m_{T1}) = (z/n_{T1})$

直線 L T 2 (T 2 と原点を結ぶ直線) : $(x/1_{T_2}) = (y/m_{T_2}) = (z/n_{T_2})$

平面P1 (T1, T2, 原点を含む平面) :

$$15 \quad (y_2 z_1 + y_1 z_2) x + (z_1 ((x_1 y_2 / y_1) - x_2) - x_1 (y_2 z_1 + y_1 z_2)) y + (x_1 y_2 - x_2 y_1) z = 0$$

直線L (平面P1と平面Z=0のなす直線) :

$$x/(x_1(y_2z_1+y_1z_2)-z_1((x_1y_2/y_1)-x_2))=y/(y_2z_1+y_1z_2), z=0$$

第1のアンテナを含む平面: $a_1x + b_1y + c_1z = 0$

第2のアンテナを含む平面: $a_2x + b_2y + c_2z = 0$

20 次に、上記した数式を用いて、第1のアンテナ33が第1の衛星T1を捕捉する状態と、第2のアンテナ34が第2の衛星T2を捕捉する状態を、数式を用いて表現すると以下の4つの条件式となる。

このとき、アンテナ装置（原点）と第1の衛星T1および第2の衛星T2の位置関係は、図4に示すようになっている。なお、平面P1において、Lより下の部分は地下となっている。

＜条件式1＞ T_1, T_2 、原点を含む平面（平面P1）と、軸Bとが重な

る。

すなわち、平面 P_1 と平面 $Z=0$ のなす直線（直線 L ）と、軸 A とが等しくなればよい。これを数式で表すと、

5

$$\frac{x_1(y_2z_1 + y_1z_2) - z_1\left(\frac{x_1y_2}{y_1} - x_2\right)}{l_b} = \frac{y_2z_1 - y_1z_2}{m_b}, \quad z = 0 \quad (1)$$

となる。

〈条件式2〉 T_1, T_2 、原点を含む平面（平面 P_1 ）と、軸 C （軸 C_1 、軸 C_2 ）とが垂直になる。これを数式で表すと、

10

$$\frac{y_2z_1 + y_1z_2}{l_c} = \frac{z_1\left(\frac{x_1y_2}{y_1} - x_2\right) - x_1(y_2z_1 + y_1z_2)}{m_c} = \frac{x_1y_2 - x_2y_1}{n_c} \quad (2)$$

となる。

15

〈条件式3〉 T_1 および原点を通る直線（直線 L_{T1} ）と、第1のアンテナとが垂直になる。これを数式で表すと、

$$\frac{a_1}{l_{T1}} = \frac{b_1}{m_{T1}} = \frac{c_1}{n_{T1}} \quad (3)$$

20

となる。

〈条件式4〉 T_2 および原点を通る直線（直線 L_{T2} ）と、第2のアンテ

ナが垂直になる。これを数式を表すと、

$$\frac{a_2}{l_{T2}} = \frac{b_2}{m_{T2}} = \frac{c_2}{n_{T2}} \quad (4)$$

5 となる。

上述した捕捉状態の定義を踏まえて、アンテナの方向制御について説明する。

図5に、実施例1に係るアンテナ制御装置の概略構成を示す。

実施例1に係るアンテナ制御装置は、図5に示すように、衛星運行情報データベース（DB）71を参照しつつ、時計72から読み出した現在時刻における2機の衛星の位置を算出するための衛星位置算出手段73と、衛星位置算出手段73が算出した2機の衛星の位置およびアンテナ装置の設置位置情報719を導入して平面P1を算出するための平面P1算出手段74aと、第1および第2の腕木が、平面P1と直交する仰角を算出するための仰角算出手段75aと、軸Bの現在角度を検出するための軸Bの現在角度検出手段76と、仰角算出手段75aによって算出された仰角および軸Bの現在角度検出手段76によって検出された軸Bの現在角度を導入して、軸Bにおける必要な回転角度を算出するための軸Bの回転角度算出手段77aと、軸Bの回転角度算出手段77aによって算出された軸Bの回転角度に従って軸Bを回転させるための軸Bの制御手段78と、第1および第2の腕木が、平面P1と直交する方位角を算出するための方位角算出手段79aと、軸Aの現在角度を検出するための軸Aの現在角度検出手段710と、方位角算出手段79aによって算出された方位角および軸Aの現在角度検出手段710によって検出された軸Aの現在角度を導入して、軸Aにおける必要な回転角度を算出するための軸Aの回転角度算出手段711aと、軸Aの回転角度算出手段711aによって算出された軸Aの回転角度に従って軸Aを回転させるための軸Aの制御手段712と、軸C1の

現在角度を検出するための軸C 1 の現在角度検出手段7 1 3 と、時計7 2 から読み出した現在時刻における第1の衛星T 1 の位置、および軸C 1 の現在角度検出手段7 1 3 によって検出された軸C 1 の現在角度を導入して、軸C 1 における必要な回転角度を算出するための軸C 1 の回転角度算出手段7 1 4 a と、
5 軸C 1 の回転角度算出手段7 1 4 a によって算出された軸C 1 の回転角度に従って軸C 1 を回転させるための軸C 1 の制御手段7 1 5 と、軸C 2 の現在角度を検出するための軸C 2 の現在角度検出手段7 1 6 と、時計7 2 から読み出した現在時刻における第2の衛星T 2 の位置、および軸C 2 の現在角度検出手段7 1 6 によって検出された軸C 2 の現在角度を導入して、軸C 2 の必要な回転
10 角度を算出するための軸C 2 の回転角度算出手段7 1 7 a と、軸C 2 の回転角度算出手段7 1 7 a によって算出された軸C 2 の回転角度に従って軸C 2 を回転させるための軸C 2 の制御手段7 1 8 とにより構成される。

この実施例1に係るアンテナ制御装置を用いて、2機の衛星を捕捉するためのアンテナ制御手順を、図6に示すフローチャートに基づいて説明する。

15 実施例1に係るアンテナ制御装置を用いて2機の衛星を捕捉するためには、図6に示すように、まず、第1の衛星T 1 および第2の衛星T 2 とアンテナ装置の設置位置（原点O）を結ぶ三角形（T 1, T 2, O）を含む平面P 1 を算出する（S 8 1）。

20 続いて、第1および第2の腕木（軸C 1, C 2）の方向が、平面P 1 と直交する仰角 ϕ 1 と方位角 θ 1 を算出する（S 8 2）。

続いて、方位角 θ 1 から軸Aの回転角度R Aを算出し、仰角 ϕ 1 から軸Bの回転角度R Bを算出する（S 8 3）。

続いて、算出した軸Aの回転角度R Aおよび軸Bの回転角度R Bに基づいて、軸Aと軸Bを回転させる（S 8 4）。

25 続いて、第1の衛星T 1 の位置から軸C 1 の回転角度R C 1 を算出し、第2の衛星T 2 の位置から軸C 2 の回転角度R C 2 を算出する（S 8 5）。

続いて、算出されたRC1, RC2に基づいて、第1および第2のアンテナが、それぞれ第1および第2の衛星T1, T2に対向するように、軸C1, C2を回転させる(S86)。

5 上述したアンテナ制御手順によれば、図1に示す構成からなるアンテナ装置を用いて、同時に2機の衛星を捕捉することができる。

＜実施例2＞

次に、実施例2に係るアンテナ制御装置について説明する。

10 実施例2に係るアンテナ制御装置は、実施例1に示すアンテナ制御方法により捕捉した衛星が非静止衛星のとき、どちらか一方の衛星からの受信レベルが低下した場合に、通信を維持するための追尾動作を実施可能としたものである。

15 図7に、実施例2に係るアンテナ制御装置の概略構成を示す。

実施例2に係るアンテナ制御装置93は、図7に示すように、アンテナの受信レベルを測定するための受信レベル測定手段91と、アンテナの受信レベルが予め設定されている追尾動作開始の基準値を超えているか否かを判定するための受信レベル判定手段92aとを含んで構成される。

この実施例2に係るアンテナ制御装置93を用いて、第1のアンテナの受信レベルが低下した場合に、衛星との通信を維持するための追尾手順を、図8に示すフローチャートに基づいて説明する。

20 実施例2に係るアンテナ制御装置を用いて、第1のアンテナの受信レベルが低下した場合に、衛星との通信を維持するためには、図8に示すように、まず、第1のアンテナの受信レベルを測定する(S101)。

続いて、受信レベルの測定値が、予め設定されている追尾動作開始の基準値を超えているか否かを判定し(S102)、受信レベルの測定値が基準値を超えている場合には、ステップS101に戻り、受信レベル測定を続行する。

25 一方、受信レベルの測定値が基準値を超えていない場合には、実施例1で説明した図6に示す捕捉手順を開始する。なお、この捕捉手順は、実施例1で説

明した手順と同様であるため、説明を省略する。

上述したアンテナ制御方法によれば、捕捉した第1の衛星T1および第2の衛星T2との通信が不可能になる以前に、適切な追尾動作開始のタイミングを決定することができ、第1の衛星T1および第2の衛星T2との通信を連続的に維持することができる。

＜実施例3＞

次に、実施例3に係るアンテナ制御装置について説明する。

実施例3に係るアンテナ制御装置は、気象条件の悪化等により、実施例1に示すアンテナ制御方法により捕捉した第1の衛星T1からの受信レベルが低下して、第1のアンテナのみでは通信の維持が不可能になるおそれが生じて、第1の衛星T1との通信が第2の衛星T2との通信よりも重要度が高い場合に、第2のアンテナによる第2の衛星T2の追尾を放棄して、第1および第2の双方のアンテナにより重要度の高い第1の衛星T1の追尾動作を実施可能としたものである。このような追尾動作を行うことにより、第1の衛星T1からの受信レベルを高めて、通信を維持することができる。

図9に、実施例3に係るアンテナ制御装置の概略構成を示す。

実施例3に係るアンテナ制御装置113は、図9に示すように、アンテナの受信レベルを測定するための受信レベル測定手段91と、アンテナの受信レベルが予め設定されている追尾動作開始の基準値を超えているか否かを判定するための受信レベル判定手段92bとを含んで構成される。

この実施例3に係るアンテナ制御装置113では、受信レベルが基準値を超えていない場合に、第1および第2のアンテナの双方により1機の衛星を追尾するように、第1および第2のアンテナの方向を制御する。

なお、詳細は後述するが、実施例3に係るアンテナ制御装置113は、軸A、Bによりアンテナの方向を制御する装置（図11参照）、軸A、C1、C2により方向を制御する装置（図13参照）、軸B、C1、C2により方向調整を

する装置（図15参照）のいずれかの構成を備えて、第1および第2のアンテナの方向を制御するようになっている。

第1および第2のアンテナの双方により、第1の衛星T1の追尾を開始する手順を、図10に示すフローチャートに基づいて説明する。

5 第1および第2のアンテナの双方により、第1の衛星T1を追尾するには、図10に示すように、まず、第1のアンテナの受信レベルを測定する（S121）。

10 続いて、第1のアンテナの受信レベルが予め設定されている第1および第2のアンテナの双方による追尾動作開始の基準値を超えているか否かを判定する（S122）。

ここで、測定値が基準値を超えている場合には、受信レベルの測定と判定を繰り返す。一方、測定値が基準値を超えていない場合には、第2のアンテナによる第2の衛星T2の追尾を中止して、第2のアンテナにおいても第1の衛星T1の追尾を開始する。

15 ここで、第1および第2のアンテナの双方が、同時に第1の衛星T1を追尾するアンテナ制御方法は3通りある。なぜならば、1機の衛星を追尾するためには必要な自由度は、仰角と方位角の2つであるのに対し、本発明に用いるアンテナ装置は、軸A、軸B、軸C1および軸C2の3つの自由度を有するためである。具体的には、以下に説明する3通りのアンテナ制御方法がある。

20 （1）軸C1、C2を固定して、アンテナの仰角の調整を軸Bの回転により行い、方位角の調整を軸Aの回転により行う、軸A、Bによるアンテナ制御方法。

（2）軸Bを固定して、アンテナの仰角の調整を軸C1、C2の回転により行い、方位角の調整を軸Aの回転により行う、軸A、C1、C2によるアンテナ制御方法。

（3）軸Aを固定して、アンテナの仰角の調整と方位角の調整を混合して軸

B, C 1, C 2の回転により行う、軸B, C 1, C 2によるアンテナ制御方法。

次に、上記（1）～（3）のアンテナ制御方法に対応する、アンテナ制御装置およびその手順を説明する。

まず、上記（1）のアンテナ制御方法を実施可能なアンテナ制御装置および
5 その制御手順について説明する。

図11は、（1）のアンテナ制御方法を実施可能なアンテナ制御装置の概略構成図、図12は、（1）のアンテナ制御方法の手順を示すフローチャートである。

上記（1）のアンテナ制御方法を実施可能なアンテナ制御装置は、図11に
10 示すように、軸C 1の現在角度を検出するための軸C 1の現在角度検出手段7

13と、軸C 2の現在角度を検出するための軸C 2の現在角度検出手段716
と、軸C 1, C 2の現在角度を導入して、第2のアンテナを第1のアンテナに

そろえるために必要な軸C 2の回転角度RC2を算出するための軸C 2の回転
角度算出手段717bと、軸C 2の回転角度RC2に基づいて軸C 2を回転さ

15 せるための軸C 2の制御手段718と、衛星運行情報データベース71を参照
しつつ時計72から読み出した現在時刻における第1の衛星T1の位置を算出

するための衛星位置算出手段73と、第1の衛星T1の位置およびアンテナ装置の設置位置情報719を導入してアンテナの仰角を算出するための仰角算出

手段75bと、軸Bの現在角度を検出するための軸Bの現在角度検出手段76
と、軸Bの現在角度およびアンテナの仰角を導入して軸Bの回転角度RBを算

出するための軸Bの回転角度算出手段77bと、軸Bの回転角度RBに基づいて軸Bを回転させるための軸Bの制御手段78と、第1の衛星T1の位置およ

びアンテナ装置の設置位置情報719を導入してアンテナの方位角を算出する
ための方位角算出手段79bと、軸Aの現在角度を検出するための軸Aの現在

25 角度検出手段710と、軸A, C 1の現在角度およびアンテナの方位角を導入
して軸Aの回転角度RAを算出するための軸Aの回転角度算出手段711bと、

軸Aの回転角度RAに基づいて軸Aを回転させるための軸Aの制御手段712とにより構成される。

上記(1)のアンテナ制御方法では、図12に示すように、まず、第2のアンテナの向きを第1のアンテナの向きにそろえる(S141)。

5 続いて、第1の衛星T1の現在位置を算出し(S142)、第1の衛星T1の位置に基づいて、アンテナの仰角 ϕ_1 と方位角 θ_1 を算出する(S143)。

続いて、軸C1の現在角度(2つのアンテナは同じ方向を向いているため、軸C2の現在角度は調べなくてもよい)、および方位角 θ_1 に基づいて、軸Aの回転角度RAを算出し、仰角 ϕ_1 に基づいて軸Bの回転角度RBを算出する(S144)。

10 続いて、算出した軸A、Bの回転角度RA、RBに基づいて、軸A、Bをそれぞれ回転させる(S145)。

また、ステップ141において、軸C1、C2を0度に戻すことにより、ステップ144を、次のように簡素化することができる。

15 すなわち、ステップ141において、軸C1、C2を0度に戻すことにより、ステップ144において、方位角 θ_1 に基づいて軸Aの回転角度RAを算出し、仰角 ϕ_1 に基づいて軸Bの回転角度RBを算出することができる。

次に、上記(2)のアンテナ制御方法を実施可能なアンテナ制御装置およびその制御手順について説明する。

20 図13は、(2)のアンテナ制御方法を実施可能なアンテナ制御装置の概略構成図、図14は、(2)のアンテナ制御方法の手順を示すフローチャートである。

上記(2)のアンテナ制御方法を実施可能なアンテナ制御装置は、図13に示すように、衛星運行情報データベース71を参照しつつ時計72から読み出した現在時刻における第1の衛星T1の位置を算出するための衛星位置算出手段73と、第1の衛星T1の位置およびアンテナ装置の設置位置情報719を

導入してアンテナの仰角を算出するための仰角算出手段 7 5 b と、軸 C 1 の現在角度を検出するための軸 C 1 の現在角度検出手段 7 1 3 と、アンテナの仰角と軸 C 1 の現在角度を導入して、軸 C 1 の回転角度 R C 1 を算出するための軸 C 1 の回転角度算出手段 7 1 4 c と、軸 C 1 の回転角度 R C 1 に基づいて軸 C 1 を回転させるための軸 C 1 の制御手段 7 1 5 と、軸 C 2 の現在角度を検出するための軸 C 2 の現在角度検出手段 7 1 6 と、アンテナの仰角と軸 C 2 の現在角度を導入して、軸 C 2 の回転角度 R C 2 を算出するための軸 C 2 の回転角度算出手段 7 1 7 c と、軸 C 2 の回転角度 R C 2 に基づいて軸 C 2 を回転させるための軸 C 2 の制御手段 7 1 8 と、第 1 の衛星 T 1 の位置およびアンテナ装置の設置位置情報 7 1 9 を導入して第 1 の衛星 T 1 の方位角を算出するための方位角算出手段 7 9 b と、軸 A の現在角度を検出するための軸 A の現在角度検出手段 7 1 0 と、軸 B の現在角度を検出するための軸 B の現在角度検出手段 7 6 と、軸 A, B の現在角度およびアンテナの方位角を導入して軸 A の回転角度 R A を算出するための軸 A の回転角度算出手段 7 1 1 c と、軸 A の回転角度 R A に基づいて軸 A を回転させるための軸 A の制御手段 7 1 2 とにより構成される。

上記 (2) のアンテナ制御方法では、図 1 4 に示すように、まず、第 1 の衛星 T 1 の現在位置を算出する (S 1 6 1)。

続いて、第 1 の衛星 T 1 の位置に基づいて、仰角 ϕ 1 と方位角 θ 1 を算出し (S 1 6 2)、方位角 θ 1 に基づいて軸 A の回転角度 R A を算出し、仰角 ϕ 1 に基づいて軸 C 1, C 2 の回転角度 R C 1, R C 2 を算出する (S 1 6 3)。

続いて、算出した軸 A, C 1, C 2 の回転角度 R A, R C 1, R C 2 に基づいて、軸 A, C 1, C 2 をそれぞれ回転させる (S 1 6 4)。

次に、上記 (3) のアンテナ制御方法を実施可能なアンテナ制御装置およびその制御手順について説明する。

図 1 5 は、(3) のアンテナ制御方法を実施可能なアンテナ制御装置の概略構成図、図 1 6 は、(3) のアンテナ制御方法の手順を示すフローチャートで

ある。

上記（3）のアンテナ制御方法を実施可能なアンテナ制御装置は、図15は示すように、衛星運行情報データベース71を参照しつつ時計72から読み出した現在時刻における第1の衛星T1の位置を算出するための衛星位置算出手段73と、第1の衛星T1の位置およびアンテナ装置の設置位置情報719を導入して第1の衛星T1の仰角を算出するための仰角算出手段75bと、第1の衛星T1の位置およびアンテナ装置の設置位置情報719を導入して第1の衛星T1の方位角を算出するための方位角算出手段79bと、軸Aの現在角度を検出するための軸Aの現在角度検出手段710と、軸C1の現在角度を検出するための軸C1の現在角度検出手段713と、第1の衛星T1の仰角と方位角、軸Aの現在角度および軸C1の現在角度を導入して軸C1の回転角度RC1を算出するための軸C1の回転角度算出手段714dと、軸C1の回転角度RC1に基づいて軸C1を回転させるための軸C1の制御手段715と、軸C2の現在角度を検出するための軸C2の現在角度検出手段716と、第1の衛星T1の仰角と方位角、軸Aの現在角度および軸C2の現在角度を導入して軸C2の回転角度RC2を算出するための軸C2の回転角度算出手段717dと、軸C2の回転角度RC2に基づいて軸C2を回転させるための軸C2の制御手段718と、軸Bの現在角度を検出するための軸Bの現在角度検出手段76と、第1の衛星T1の仰角と方位角、軸Aの現在角度および軸Bの現在角度を導入して軸Bの回転角度RBを算出するための軸Bの回転角度算出手段77dと、軸Bの回転角度RBに基づいて軸Bを回転させるための軸Bの制御手段78により構成される。

上記（3）のアンテナ制御方法では、図16に示すように、まず、第1の衛星T1の現在位置を算出する（S181）。

25 続いて、第1の衛星T1の位置に基づいて、仰角 ϕ_1 と方位角 θ_1 を算出し（S182）、仰角 ϕ_1 、方位角 θ_1 および軸Aの現在角度に基づいて、軸B、

C₁, C₂の回転角度RB, RC₁, RC₂を算出する(S183)。

続いて、算出した軸B, C₁, C₂の回転角度RB, RC₁, RC₂に基づいて、軸B, C₁, C₂をそれぞれ回転させる(S184)。

上述した本実施例3のアンテナ制御方法によれば、追尾している第1および5 第2の衛星T₁, T₂のうち、追尾を優先したい第1の衛星T₁からの受信レベルが低下して、通信の維持が不可能になる以前に、第1の衛星T₁よりも重要度の低い第2の衛星T₂を追尾している第2のアンテナにより第1の衛星T₁との通信を応援し、引き続き第1の衛星T₁との通信を維持することができる。

10 <実施例4>

次に、実施例4に係るアンテナ制御装置について説明する。

実施例4に係るアンテナ制御装置は、実施例3に示すアンテナ制御方法により第2の衛星T₂との通信を放棄して、第1および第2のアンテナを用いて第1の衛星T₁を追尾している状況において、第1のアンテナのみで第1の衛星15 T₁との通信の維持が可能な状態に復帰したときに、第2のアンテナによる第1の衛星T₁の追尾を中止して、第2の衛星T₂の追尾を再開することができるようとしたものである。

図17に、実施例4に係るアンテナ制御装置の概略構成を示す。

実施例4に係るアンテナ制御装置93は、図17に示すように、アンテナの受信レベルを測定するための受信レベル測定手段91と、アンテナの受信レベルが予め設定されている追尾動作開始の基準値を超えているか否かを判定するための受信レベル判定手段92cと、アンテナの受信レベルが予め設定されている追尾動作開始の基準値を継続して超えている時間を計時するための時計72および計時手段191とを含んで構成される。

25 第2のアンテナにより、第2の衛星T₂の追尾を再開する手順を、図18に示すフローチャートに基づいて説明する。

第2の衛星T2の追尾を再開するには、図18に示すように、まず、第1の衛星T1の受信レベルを測定する(S201)。

続いて、測定した受信レベルと予め設定されている第2の衛星T2の追尾再開の基準値とを比較する(S202)。

5 ここで、測定値が基準値を超えている場合には、計時を開始する(既に計時を開始している場合には、引き続き計時を続行する)(S203)。

続いて、計時時間が基準時間を超えているか否かを判定する(S204)。

ここで、計時時間が基準時間を超えている場合には、捕捉手順(実施例1において、図6に基づく説明と同様の手順)を開始する。一方、計時時間が基準時間を超えていない場合には、ステップ201に戻って受信レベルの測定を続行する。

一方、ステップ202において、測定値が基準値を超えていないと判定された場合には、計時を開始せずにステップ201に戻って受信レベルの測定を続行する(すでに計時を開始している場合には、計時を中止して、現在までの計時時間を破棄してからステップS201に戻る)(S205)。

上述した本実施例4のアンテナ制御方法によれば、第1および第2のアンテナの双方により第1の衛星T1を追尾している状況において、第1のアンテナのみによる追尾でも通信の維持が可能になった時点を、適切に判断することができ、速やかに第2の衛星T2との通信を再開することができる。

20 <実施例5>

次に、実施例5に係るアンテナ制御装置について説明する。

実施例5に係るアンテナ制御装置は、衛星位置算出手段が算出した追尾すべき衛星の位置が1つだった場合に、第1および第2のアンテナの双方により当該1機の衛星を追尾するものである。

25 実施例5に係るアンテナ制御装置は、上記図11、15、17に示すいずれかのアンテナ制御装置を用いて、第1および第2のアンテナの双方により1機

の衛星を捕捉することが可能である。したがって、実施例 5 に係るアンテナ制御装置の説明は省略する。

この実施例 5 に係るアンテナ制御装置により、第 1 および第 2 のアンテナの双方により 1 機の衛星を捕捉する手順を、図 19 に示すフローチャートに基づいて説明する。

第 1 および第 2 のアンテナの双方により 1 機の衛星を捕捉するには、図 19 に示すように、まず、追尾すべき衛星が 1 機かどうか判断する (S 211)。

ここで、追尾すべき衛星が 1 機の場合には、上記実施例 3 において説明した 1 機の衛星を捕捉する手順を開始する。一方、追尾すべき衛星が 2 機の場合には、上記実施例 1 において説明した 2 機の衛星を捕捉する手順を開始する。

上述した本実施例 5 のアンテナ制御方法によれば、衛星が 1 機の場合には、常時、第 1 および第 2 のアンテナの双方により当該衛星を追尾して、1 つのアンテナで衛星を追尾する場合と比較して、より高い送信レベルおよび受信レベルにより通信を行うことができる。

15 <実施例 6>

次に、実施例 6 に係るアンテナ制御装置について説明する。

実施例 6 に係るアンテナ制御装置は、実施例 1 に示すアンテナ制御方法により第 1 および第 2 のアンテナがそれぞれ捕捉した第 1 および第 2 の衛星 T 1, T 2 を、第 1 および第 3 の衛星 T 1, T 3 (T 2 と異なる方向に存在する) へ切り替えることが可能となっている。

図 20 に、実施例 6 に係るアンテナ制御装置の概略構成を示す。

実施例 6 に係るアンテナ制御装置は、図 20 に示すように、衛星運行情報データベース 71 を参照しつつ時計 72 から読み出した現在時刻における第 1 の衛星 T 1 および第 3 の衛星 T 3 の位置を算出するための衛星位置算出手段 73 と、衛星位置算出手段 73 が算出した第 1 の衛星 T 1 および第 3 の衛星 T 3 の位置およびアンテナ装置の設置位置情報 719 を導入して平面 P 2 を算出する

ための平面P 2 算出手段7 4 eと、第1および第2の腕木が、平面P 2と直交する仰角 ϕ_2 を算出するための仰角算出手段7 5 aと、仰角算出手段7 5 aによって算出された仰角 ϕ_2 および軸Bの現在角度検出手段7 6によって検出された軸Bの現在角度を導入して、軸Bの必要な回転角度R Bを算出するための軸Bの回転角度算出手段7 7 aと、第1および第2の腕木が、平面P 2と直交する方位角 θ_2 を算出するための方位角算出手段7 9 aと、方位角算出手段7 9 aによって算出された方位角 θ_2 および軸Aの現在角度検出手段7 1 0によって検出された軸Aの現在角度を導入して、軸Aにおける必要な回転角度R Aを算出するための軸Aの回転角度算出手段7 1 1 aと、第1のアンテナの現在の方位角（すなわちT 1 の方位角）および軸Aの方位角が θ_2 となるように回転させた場合の第1のアンテナの方位角の差に基づいて軸C 1の回転角度R C 1を算出するための軸C 1の回転角度算出手段7 1 4 aと、第3の衛星T 3の方位および軸Aの方位角が θ_2 となるように回転させた場合の第2のアンテナの方位の差に基づいて軸C 2の回転角度R C 2を算出するための軸C 2の回転角度算出手段7 1 7 aと、算出した軸A, Bの回転角度R A, R Bに基づいて、軸A, Bを回転させるための軸Aの制御手段7 1 2および軸Bの制御手段7 8と、第1の衛星T 1に向けられた第1のアンテナの方向が、腕木の仰角および方位角の変化によるアンテナの向きに対する影響を相殺するように、軸A, Bが回転するのと同時に算出した軸C 1の回転角度R C 1に基づいて軸C 1を回転させるための軸C 1の制御手段7 1 5と、算出されたR C 2に基づいて、第2のアンテナが第3の衛星T 3に対向するように軸C 2を回転させるための軸C 2の制御手段7 1 8とにより構成される。

第1および第2のアンテナがそれぞれ捕捉した第1および第2の衛星T 1, T 2を、第1および第3の衛星T 1, T 3（T 2と異なる方向に存在する）へ切り替える手順を、図2 1に示すフローチャートに基づいて説明する。

第1および第2のアンテナがそれぞれ捕捉した第1および第2の衛星T 1,

T 2 を、第 1 および第 3 の衛星 T 1, T 3 (T 2 と異なる方向に存在する) へ切り替えるには、図 2 1 に示すように、まず、第 1 および第 3 の衛星 T 1, T 3 とアンテナ装置の設置位置 (原点 O) を結ぶ三角形 (T 1, T 3, O) を含む平面 P 2 を算出する (S 2 3 1)。

5 続いて、第 1 および第 2 の腕木 (軸 C 1, C 2) の方向が、平面 P 2 と直交する仰角 ϕ_2 と方位角 θ_2 を算出する (S 2 3 2)。

続いて、方位角 θ_2 および仰角 ϕ_2 に基づいて、軸 A の回転角度 R A および軸 B の回転角度 R B をそれぞれ算出する (S 2 3 3)。

10 続いて、第 1 のアンテナの現在方位角 (すなわち T 1 の方位角) と、軸 C 1 をそのままとして、軸 A を R A だけ回転させた場合における第 1 のアンテナの方位角の差を算出し、これを軸 C 1 の回転角度 R C 1 とする (S 2 3 4)。

続いて、第 3 の衛星 T 3 の方位角と、軸 C 2 をそのままとして、軸 A を R A だけ回転させた場合における第 2 のアンテナの方位角の差を算出し、これを軸 C 2 の回転角度 R C 2 とする (S 2 3 5)。

15 続いて、算出した軸 A, B の回転角度 R A, R B に基づいて、軸 A と軸 B を回転させると同時に、第 1 の衛星 T 1 に向けられた第 1 のアンテナの方向が、腕木の仰角および方位角の変化によるアンテナの向きへの影響を相殺するよう に、算出した軸 C 1 の回転角度 R C 1 に基づいて、軸 C 1 を回転させる (S 2 3 6)。

20 続いて、算出された R C 2 に基づいて、第 2 のアンテナが第 3 の衛星 T 3 に 対向するように軸 C 2 を回転させる (S 2 3 7)。

上述した本実施例 6 のアンテナ制御方法によれば、第 1 のアンテナによる第 1 の衛星 T 1 との通信を継続したまま、第 2 のアンテナの通信対象を第 2 の衛星 T 2 から第 3 の衛星 T 3 へ変更することができる。

25 産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明のアンテナ制御装置および制御方法によれば、

複数の通信対象と同時に通信を行うためのアンテナ装置において、装置の大型化および重量の増加を招くことなく、製造コストを低減することが可能となる。

また、装置が大型化しないので、運搬および設置が容易となる。

さらに、複雑な制御手順を用いることなく、容易に複数の通信対象と同時に
5 通信を行うことができる。

請 求 の 範 囲

1. 同一平面上で平行かつ非対向に配置され、同一方向に沿った軸C1、C2をそれぞれ有する第1の腕木および第2の腕木と、
5 前記第1の腕木に支持されるとともに、その指向性が、前記軸C1に対して任意の方向に向かう第1のアンテナと、
前記第2の腕木に支持されるとともに、その指向性が、前記軸C2に対して任意の方向に向かう第2のアンテナと、
前記第1のアンテナを、前記軸C1を中心に回転させるための第1の回転機
構と、
前記第2のアンテナを、前記軸C2を中心に回転させるための第2の回転機
構と、
前記第1の腕木および前記第2の腕木に共通の腕木仰角調整機構と、
前記第1の腕木および前記第2の腕木に共通の腕木方位角調整機構とからな
る位置情報が既知であるアンテナ装置と、
15 位置情報または運行情報が既知である2つの通信目標T1、T2とを備え、
前記アンテナ装置と前記通信目標との組み合わせにより構成される通信シス
テムに用いるアンテナ制御装置において、
前記第1の回転機構の回転角度を検出するための第1の回転角度検出手段と、
20 前記第1の回転機構を制御するための第1の回転機構制御手段と、
前記第2の回転機構の回転角度を検出するための第2の回転角度検出手段と、
前記第2の回転機構を制御するための第2の回転機構制御手段と、
前記腕木仰角調整機構の仰角を検出するための仰角検出手段と、
前記腕木仰角調整機構を制御するための腕木仰角調整機構制御手段と、
25 前記腕木方位角調整機構の方位角を検出するための方位角検出手段と、
前記腕木方位角調整機構を制御するための腕木方位角調整機構制御手段と、

前記アンテナ装置における緯度、経度および高度からなる設置位置と、前記2つの通信目標T1およびT2の位置情報とに基づいて、前記2つの通信目標T1およびT2と前記アンテナ装置との設置位置を結んでなる三角形を含む平面Pを算出するための手段Dと、

5 前記手段Dにおける算出結果に基づいて、前記第1の腕木および前記第2の腕木が、前記平面Pと直交する仰角 ϕ を算出するための手段E1と、

前記手段Dにおける算出結果に基づいて、前記第1の腕木および前記第2の腕木が、前記平面Pと直交する方位角 θ を算出するための手段E2と、

10 前記仰角検出手段により検出された現在の前記第1の腕木および前記第2の腕木の仰角と、前記手段E1の算出結果とに基づいて、前記第1の腕木および前記第2の腕木が仰角 ϕ をなすように、前記軸C1および前記軸C2に直交する軸Bにおける必要な回転角度RBを算出するための手段F1と、

15 前記方位角検出手段により検出された現在の前記第1の腕木および前記第2の腕木の方位角と、前記手段E2の算出結果とに基づいて、前記第1の腕木および前記第2の腕木の方向が方位角 θ をなすように、前記軸C1および前記軸C2に直交するとともに、前記軸Bに直交する軸Aにおける必要な回転角度RAを算出するための手段F2と、

20 前記第1の腕木および前記第2の腕木の方向を、仰角 ϕ および方位角 θ とした場合に、前記第1のアンテナを、前記通信目標T1に対向させるために前記軸C1における必要な回転角度RC1を算出するための手段F3と、

前記第1の腕木および前記第2の腕木の方向を、仰角 ϕ および方位角 θ とした場合に、前記第2のアンテナを、前記通信目標T2に対向させるために前記軸C2における必要な回転角度RC2を算出するための手段F4と、

を備え、

25 前記手段F1、F2、F3およびF4の算出結果に基づいて、前記第1のアンテナおよび前記第2のアンテナが各々前記通信目標T1およびT2の方向に

向くように、前記仰角調整機構、前記方位角調整機構、前記第1の回転機構および前記第2の回転機構を制御することを特徴とするアンテナ制御装置。

2. 前記アンテナ装置は、前記第1のアンテナの受信レベルを測定するための第1の受信レベル測定手段と、前記第2のアンテナの受信レベルを測定するための第2の受信レベル測定手段とを備え、

前記第1の受信レベル測定手段および前記第2の受信レベル測定手段により測定された受信レベルに基づいて、追尾開始のタイミングを決定することを特徴とする請求の範囲第1項記載のアンテナ制御装置。

3. 同一平面上で平行かつ非対向に配置され、同一方向に沿った軸C1、C2をそれぞれ有する第1の腕木および第2の腕木と、

前記第1の腕木に支持されるとともに、その指向性が、前記軸C1に対して任意の方向に向かう第1のアンテナと、

前記第2の腕木に支持されるとともに、その指向性が、前記軸C2に対して任意の方向に向かう第2のアンテナと、

前記第1のアンテナを、前記軸C1を中心に回転させるための第1の回転機構と、

前記第2のアンテナを、前記軸C2を中心に回転させるための第2の回転機構と、

前記第1の腕木および前記第2の腕木に共通の腕木仰角調整機構と、

前記第1の腕木および前記第2の腕木に共通の腕木方位角調整機構とからなる位置情報が既知であるアンテナ装置と、

位置情報または運行情報が既知である2つの通信目標T1、T2とを備え、

前記アンテナ装置と前記通信目標との組み合わせにより構成される通信システムに用いるアンテナ制御装置における方向制御方法において、

前記アンテナ制御装置は、

前記第1の回転機構の回転角度を検出するための第1の回転角度検出手段と、

前記第 1 の回転機構を制御するための第 1 の回転機構制御手段と、
前記第 2 の回転機構の回転角度を検出するための第 2 の回転角度検出手段と、
前記第 2 の回転機構を制御するための第 2 の回転機構制御手段と、
前記腕木仰角調整機構の仰角を検出するための仰角検出手段と、
5 前記腕木仰角調整機構を制御するための腕木仰角調整機構制御手段と、
前記腕木方位角調整機構の方位角を検出するための方位角検出手段と、
前記腕木方位角調整機構を制御するための腕木方位角調整機構制御手段と、
前記アンテナ装置における緯度、経度および高度からなる設置位置と、前記
2 つの通信目標 T 1 および T 2 の位置情報とに基づいて、前記 2 つの通信目標
10 T 1 および T 2 と前記アンテナ装置との設置位置を結んでなる三角形を含む平
面 P を算出するための手段 D と、
前記手段 D における算出結果に基づいて、前記第 1 の腕木および前記第 2 の
腕木が、前記平面 P と直交する仰角 ϕ を算出するための手段 E 1 と、
前記手段 D における算出結果に基づいて、前記第 1 の腕木および前記第 2 の
15 腕木が、前記平面 P と直交する方位角 θ を算出するための手段 E 2 と、
前記仰角検出手段により検出された現在の前記第 1 の腕木および前記第 2 の
腕木の仰角と、前記手段 E 1 の算出結果とに基づいて、前記第 1 の腕木および
前記第 2 の腕木が仰角 ϕ をなすように、前記軸 C 1 および前記軸 C 2 に直交す
る軸 B における必要な回転角度 R B を算出するための手段 F 1 と、
20 前記方位角検出手段により検出された現在の前記第 1 の腕木および前記第 2
の腕木の方位角と、前記手段 E 2 の算出結果とに基づいて、前記第 1 の腕木お
よび前記第 2 の腕木の方向が方位角 θ をなすように、前記軸 C 1 および前記軸
C 2 に直交するとともに、前記軸 B に直交する軸 A における必要な回転角度 R
A を算出するための手段 F 2 と、
25 前記第 1 の腕木および前記第 2 の腕木の方向を、仰角 ϕ および方位角 θ とし
た場合に、前記第 1 のアンテナを、前記通信目標 T 1 に対向させるために前記

軸C 1 における必要な回転角度RC 1 を算出するための手段F 3 と、

前記第1の腕木および前記第2の腕木の方向を、仰角 ϕ および方位角 θ とした場合に、前記第2のアンテナを、前記通信目標T 2 に対向させるために前記軸C 2 における必要な回転角度RC 2 を算出するための手段F 4 と、

5 を備え、

前記手段Dを用いて、前記通信目標T 1 およびT 2 と、前記アンテナ装置の設置位置を結ぶ三角形を含む平面P 1 を算出するステップと、

前記手段Dの算出結果に基づき、前記第1の腕木および前記第2の腕木の方向が前記平面P 1 と直交する仰角 ϕ_1 および方位角 θ_1 を、前記手段E 1 およびE 2 を用いて算出するステップと、

前記手段E 1 およびE 2 の算出結果に基づき、前記第1の腕木および前記第2の腕木の方向である仰角 ϕ_1 および方位角 θ_1 が、前記平面P 1 と直交するように、前記仰角調整機構および方位角調整機構を動かすステップと、

前記手段E 3 およびE 4 の算出結果に基づき、前記第1のアンテナおよび前記第2のアンテナを各々通信目標T 1 、T 2 の方向に対向させるように、前記第1の回転機構および前記第2の回転機構を動かすステップとにより、前記第1の腕木、前記第2の腕木および前記各アンテナを動かして、前記通信目標T 1 、T 2 に対して前記各アンテナを対向させることを特徴とするアンテナ制御方法。

20 4. 前記アンテナ装置は、前記第1のアンテナの受信レベルを測定するための第1の受信レベル測定手段と、前記第2のアンテナの受信レベルを測定するための第2の受信レベル測定手段とを備え、

前記第1の受信レベル測定手段あるいは前記第2の受信レベル測定手段のいずれか一方により測定された受信レベルが、予め設定された追尾動作開始の基準値を下回った場合に、追尾動作を開始して受信レベルを維持するステップを含むことを特徴とする請求の範囲第3項記載のアンテナ制御方法。

5. 前記アンテナ装置は、前記第1のアンテナの受信レベルを測定するための第1の受信レベル測定手段と、前記第2のアンテナの受信レベルを測定するための第2の受信レベル測定手段とを備え、

前記第1の受信レベル測定手段あるいは前記第2の受信レベル測定手段のいずれか一方により測定された受信レベルが、予め設定された前記第1のアンテナおよび前記第2のアンテナの双方で1機の通信目標の追尾を開始する基準値を下回った場合に、前記第1のアンテナおよび前記第2のアンテナの双方により、いずれか一つの通信目標の追尾動作を開始して、受信レベルを維持することを特徴とする請求の範囲第3項記載のアンテナ制御方法。

10 6. 前記第1のアンテナおよび前記第2のアンテナの双方により、いずれか1機の通信目標の追尾動作を開始した場合に、

前記第1の受信レベル測定手段および前記第2の受信レベル測定手段の双方により測定された受信レベルが、予め設定された追尾再開の基準値を一定時間以上連続して上回った場合に、追尾動作を停止していた前記他の通信目標の追尾を再開することを特徴とする請求の範囲第5項記載のアンテナ制御方法。

15 7. 前記通信目標が一つの場合に、前記第1のアンテナと前記第2のアンテナとが同時に当該一つの通信目標を捕捉するようにして、前記第1のアンテナあるいは前記第2のアンテナのいずれか1つのみで通信する場合と比較して、送信レベルおよび受信レベルを増加させることを特徴とする請求の範囲第3項記載のアンテナ制御方法。

20 8. 同一平面上で平行かつ非対向に配置され、同一方向に沿った軸C1、C2をそれぞれ有する第1の腕木および第2の腕木と、

前記第1の腕木に支持されるとともに、その指向性が、前記軸C1に対して任意の方向に向かう第1のアンテナと、

25 前記第2の腕木に支持されるとともに、その指向性が、前記軸C2に対して任意の方向に向かう第2のアンテナと、

前記第 1 のアンテナを、前記軸 C 1 を中心に回転させるための第 1 の回転機構と、

前記第 2 のアンテナを、前記軸 C 2 を中心に回転させるための第 2 の回転機構と、

5 前記第 1 の腕木および前記第 2 の腕木に共通の腕木仰角調整機構と、

前記第 1 の腕木および前記第 2 の腕木に共通の腕木方位角調整機構とからなる位置情報が既知であるアンテナ装置と、

位置情報または運行情報が既知である 2 つの通信目標 T 1 、 T 2 とを備え、

10 前記アンテナ装置と前記通信目標との組み合わせにより構成される通信システムに用いるアンテナ制御装置における方向制御方法において、

前記アンテナ制御装置は、

前記第 1 の回転機構の回転角度を検出するための第 1 の回転角度検出手段と、

前記第 1 の回転機構を制御するための第 1 の回転機構制御手段と、

前記第 2 の回転機構の回転角度を検出するための第 2 の回転角度検出手段と、

15 前記第 2 の回転機構を制御するための第 2 の回転機構制御手段と、

前記腕木仰角調整機構の仰角を検出するための仰角検出手段と、

前記腕木仰角調整機構を制御するための腕木仰角調整機構制御手段と、

前記腕木方位角調整機構の方位角を検出するための方位角検出手段と、

前記腕木方位角調整機構を制御するための腕木方位角調整機構制御手段と、

20 前記アンテナ装置における緯度、経度および高度からなる設置位置と、2つの通信目標 T 1 および T 2 の位置情報とに基づいて、前記 2 つの通信目標 T 1 および T 2 と前記アンテナ装置との設置位置を結んでなる三角形を含む平面 P を算出するための手段 D と、

前記手段 D における算出結果に基づいて、前記第 1 の腕木および前記第 2 の腕木が、前記平面 P と直交する仰角 ϕ を算出するための手段 E 1 と、

前記手段 D における算出結果に基づいて、前記第 1 の腕木および前記第 2 の

腕木が、前記平面Pと直交する方位角 θ を算出するための手段E2と、

前記仰角検出手段により検出された現在の前記第1の腕木および前記第2の腕木の仰角と、前記手段E1の算出結果に基づいて、前記第1の腕木および前記第2の腕木が仰角 ϕ をなすように、前記軸C1および前記軸C2に直交する軸Bにおける必要な回転角度RBを算出するための手段F1と、

前記方位角検出手段により検出された現在の前記第1の腕木および前記第2の腕木の方位角と、前記手段E2の算出結果に基づいて、前記第1の腕木および前記第2の腕木の方向が方位角 θ をなすように、前記軸C1および前記軸C2に直交するとともに、前記軸Bに直交する軸Aにおける必要な回転角度RAを算出するための手段F2と、

前記第1の腕木および前記第2の腕木の方向を、仰角 ϕ および方位角 θ とした場合に、前記第1のアンテナを、前記通信目標T1に対向させるために前記軸C1における必要な回転角度RC1を算出するための手段F3と、

前記第1の腕木および前記第2の腕木の方向を、仰角 ϕ および方位角 θ とした場合に、前記第2のアンテナを、前記通信目標T2に対向させるために前記軸C2における必要な回転角度RC2を算出するための手段F4と、
を備え、

通信対象となる前記通信目標の一つである通信目標T2を、前記通信目標T2とは異なる方向に存在する通信目標T3へ変更する場合に、

前記手段Dを用いて、前記通信目標T1およびT3と、前記アンテナ装置の設置位置を結ぶ三角形を含む平面P2を算出するステップと、

前記手段Dの算出結果に基づき、前記第1の腕木および前記第2の腕木の方向が前記平面P2と直交する仰角 ϕ_2 および方位角 θ_2 を、前記手段E1およびE2を用いて算出するステップと、

前記腕木仰角調整機構および前記腕木方位角調整機構を動かす際に、前記通信目標T1に向けられたアンテナの方向が、前記腕木の仰角および方位角の変

化によるアンテナの向きに対する影響を相殺するように、前記第1のアンテナを回転させるステップとにより、

前記通信目標T1との通信を継続したまま、通信対象を前記通信目標T2から前記通信目標T3への変更を可能としたことを特徴とするアンテナ制御方法。

1/13

図 1

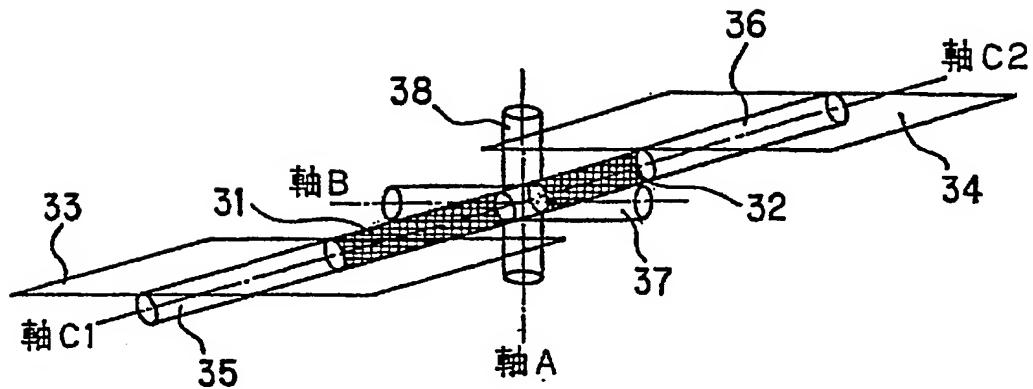
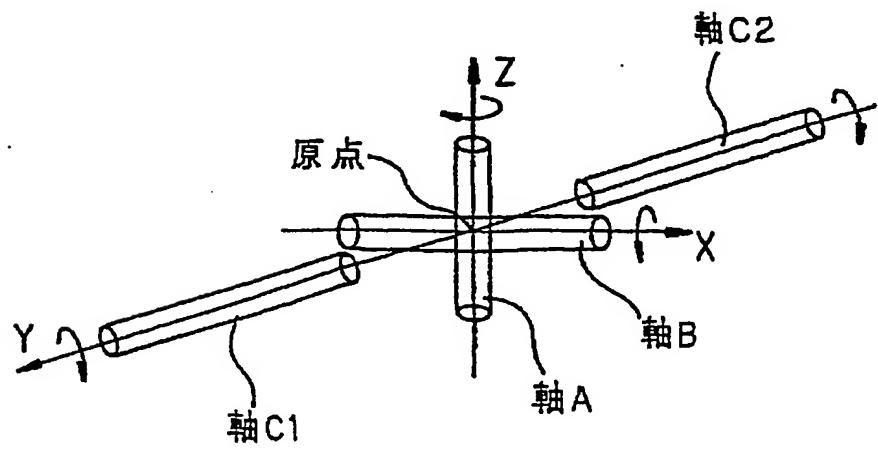


図 2

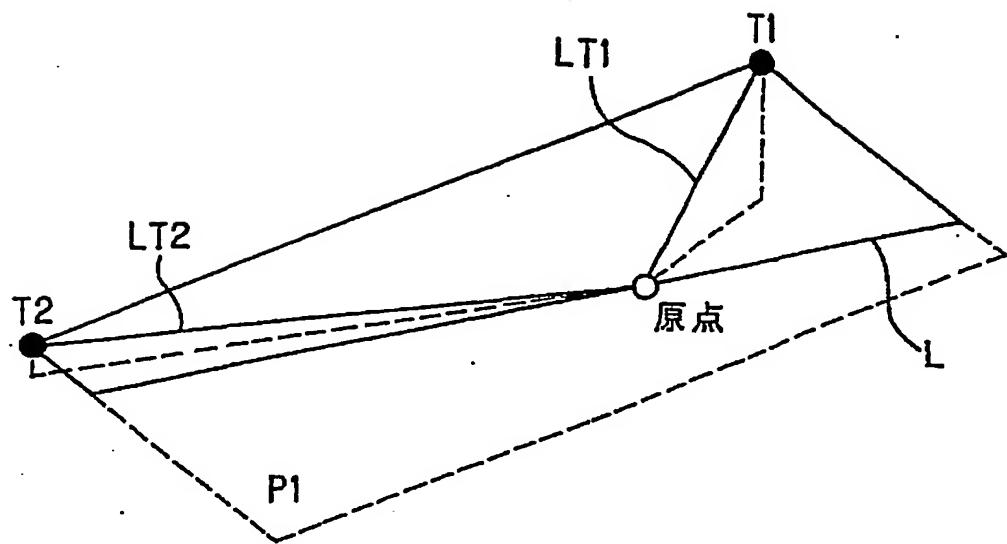


図 3



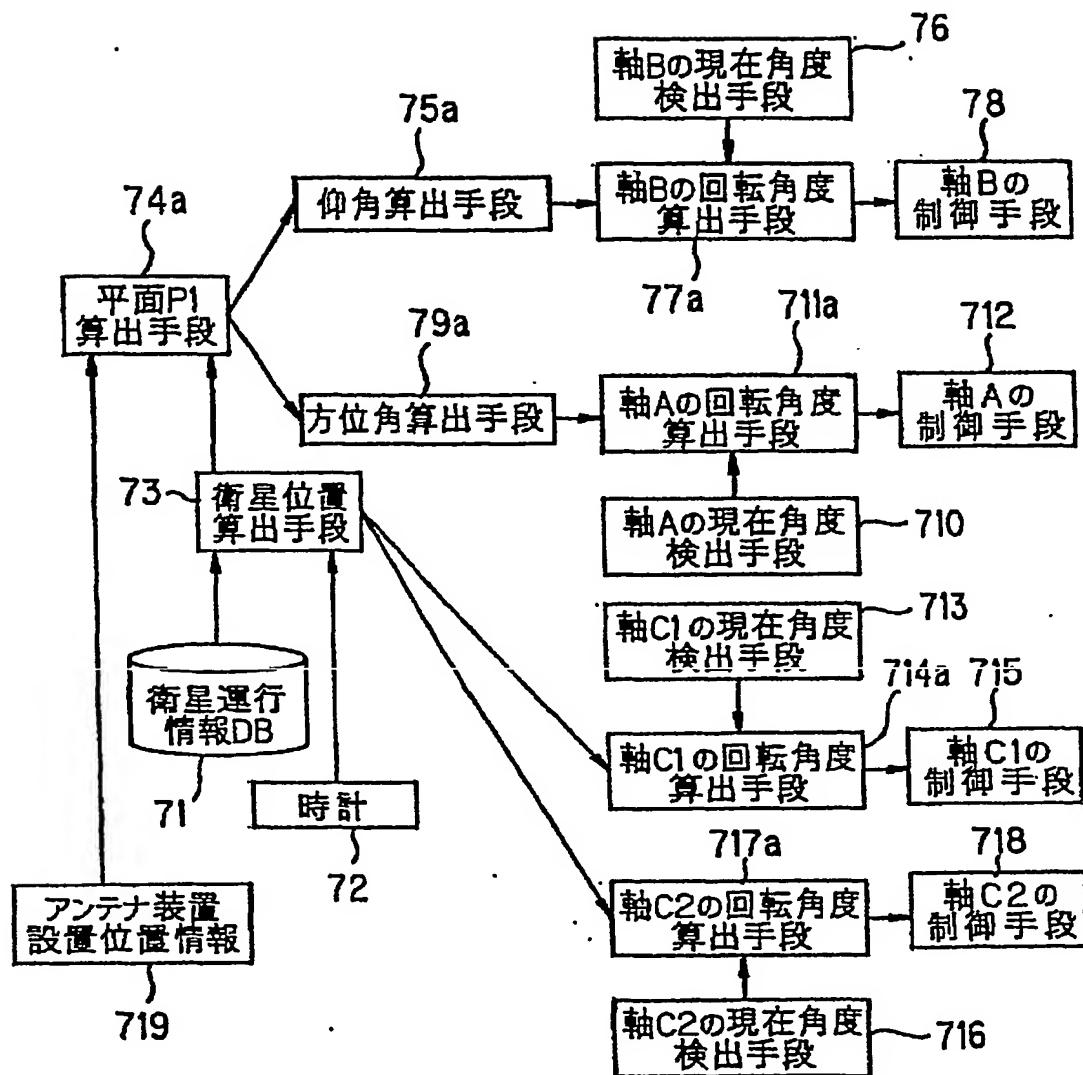
2/13

図 4



3/13

図 5



4/13

図 6

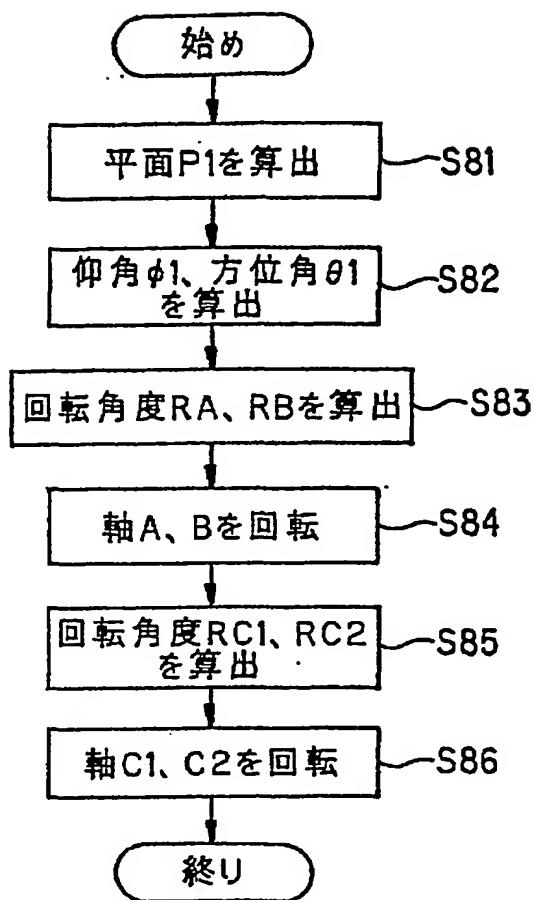
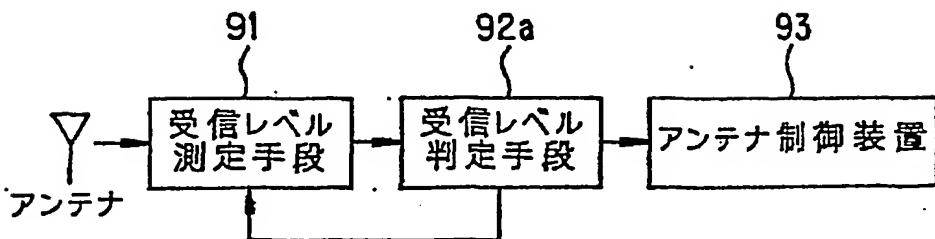


図 7



5/13

図 8

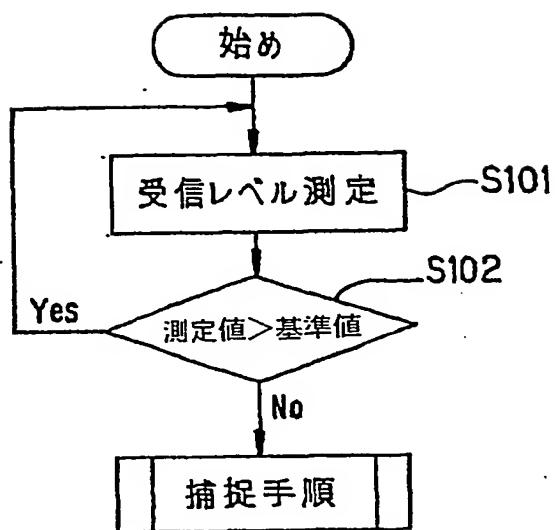


図 9

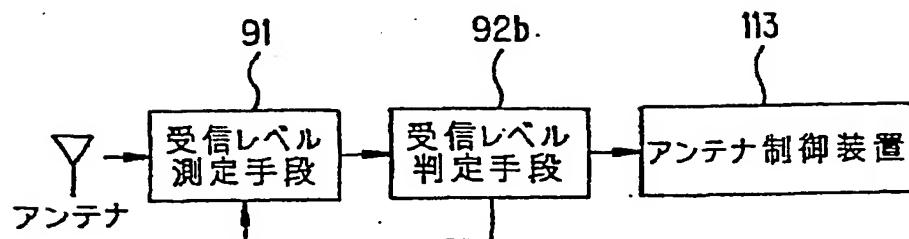
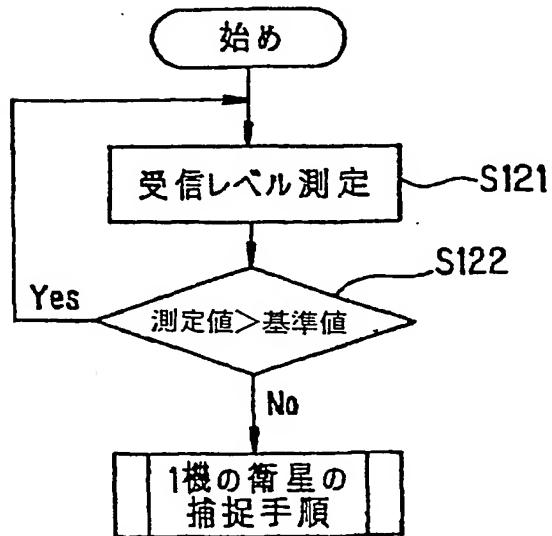


図 10



差替え用紙 (規則26)

図 1 1

6/13

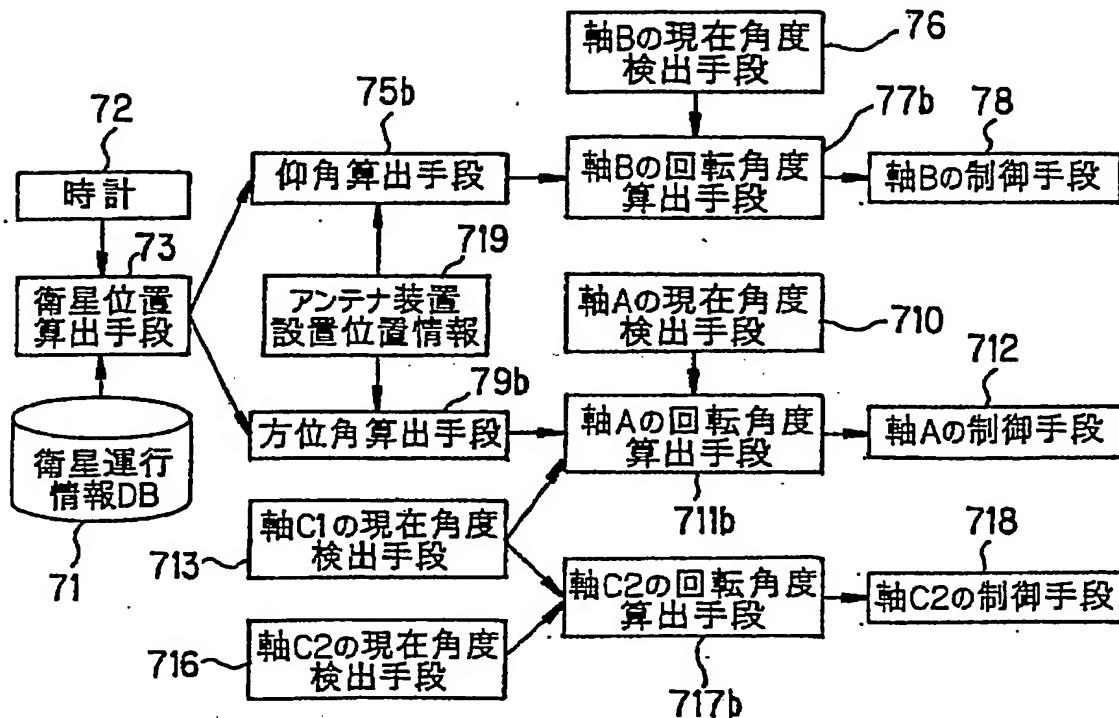


図 1 2

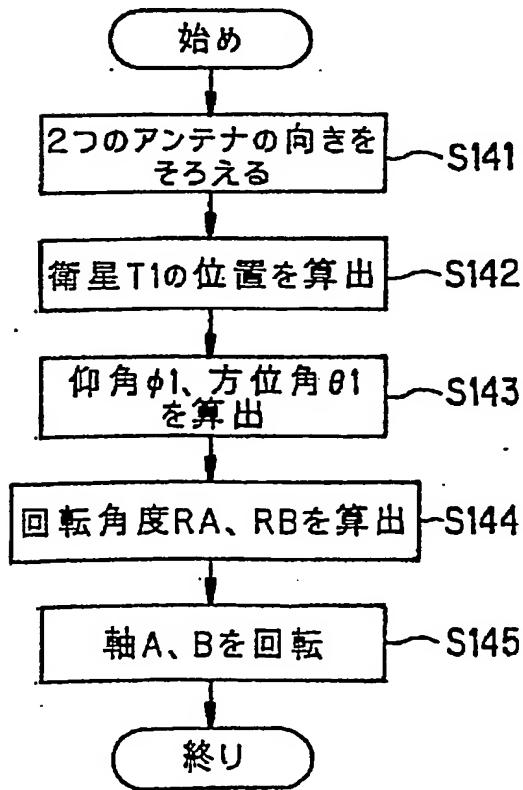


図13

7/13

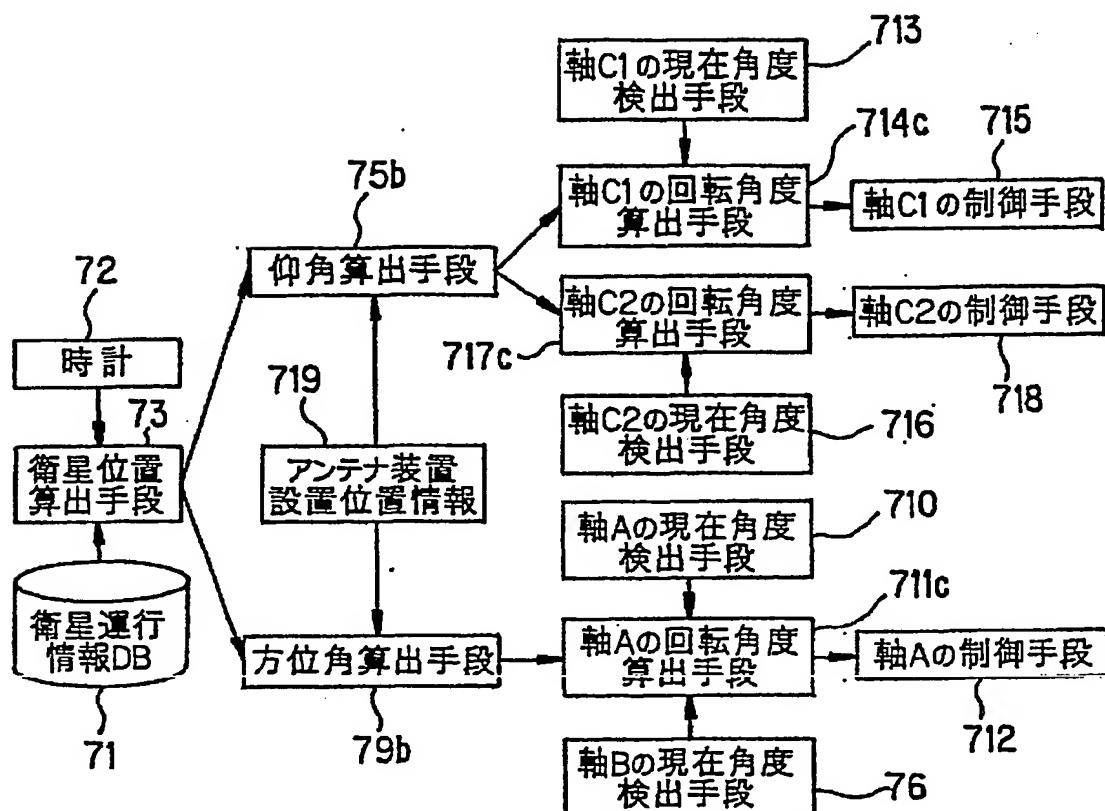
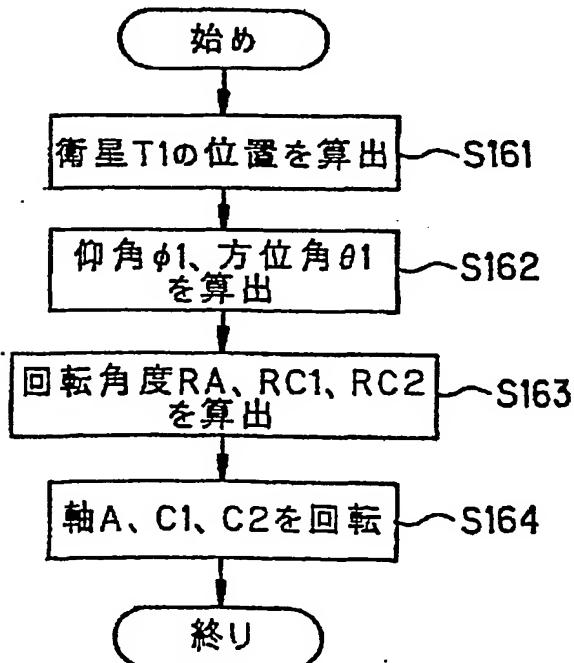


図14



8/13

図 1 5

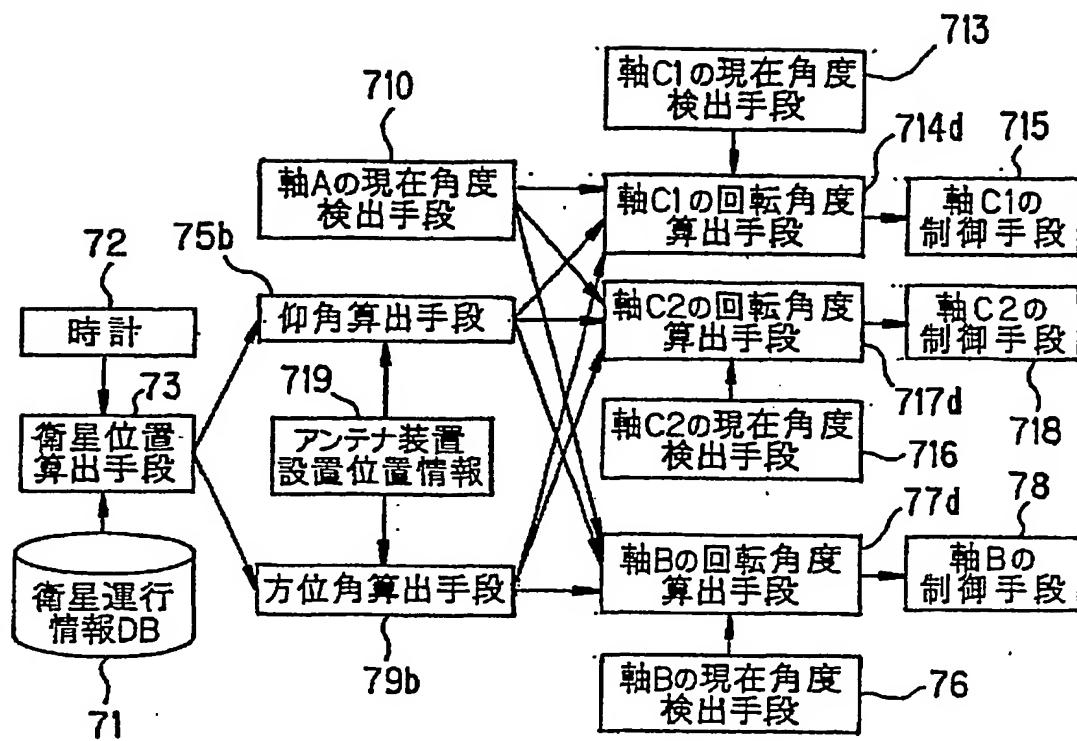


図 1 6

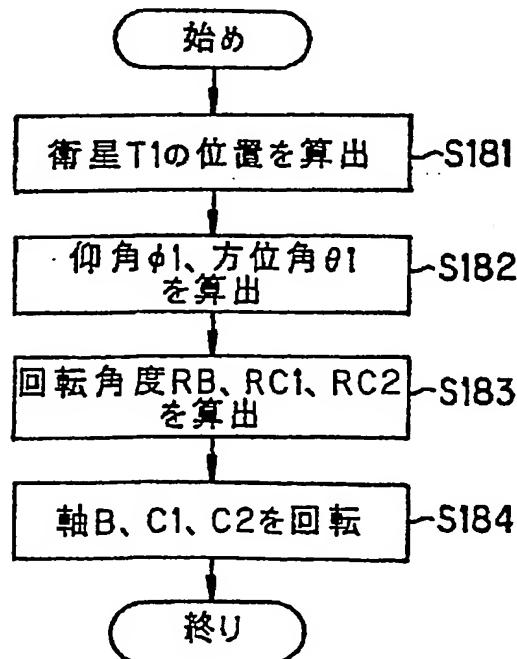


図 17

9/13

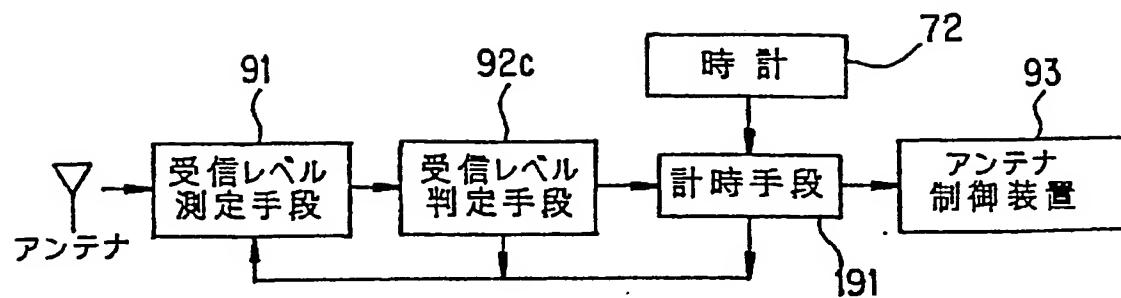
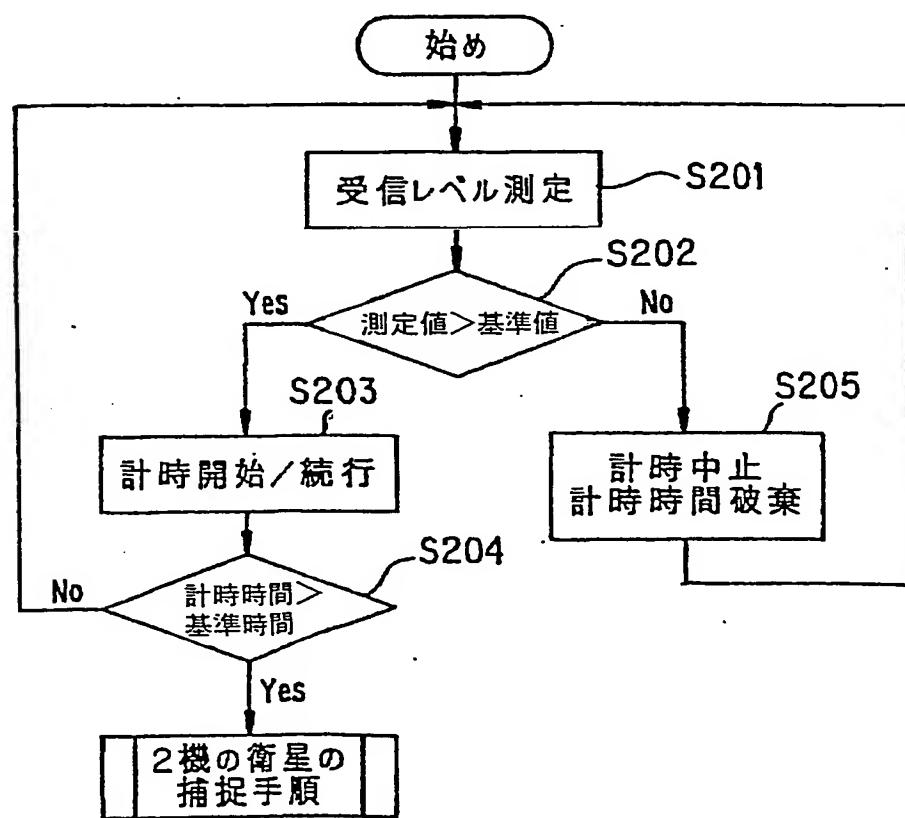


図 18



10/13

図 1.9

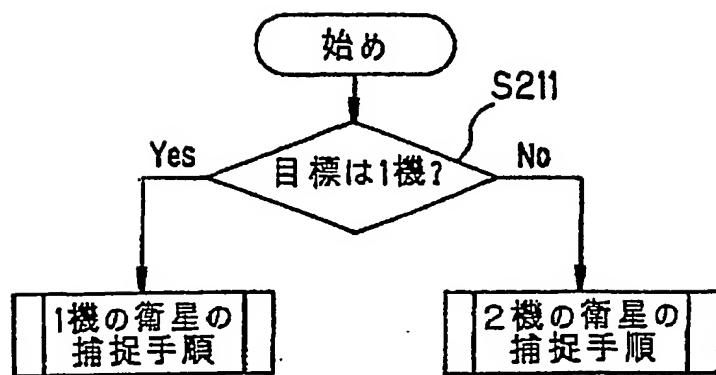
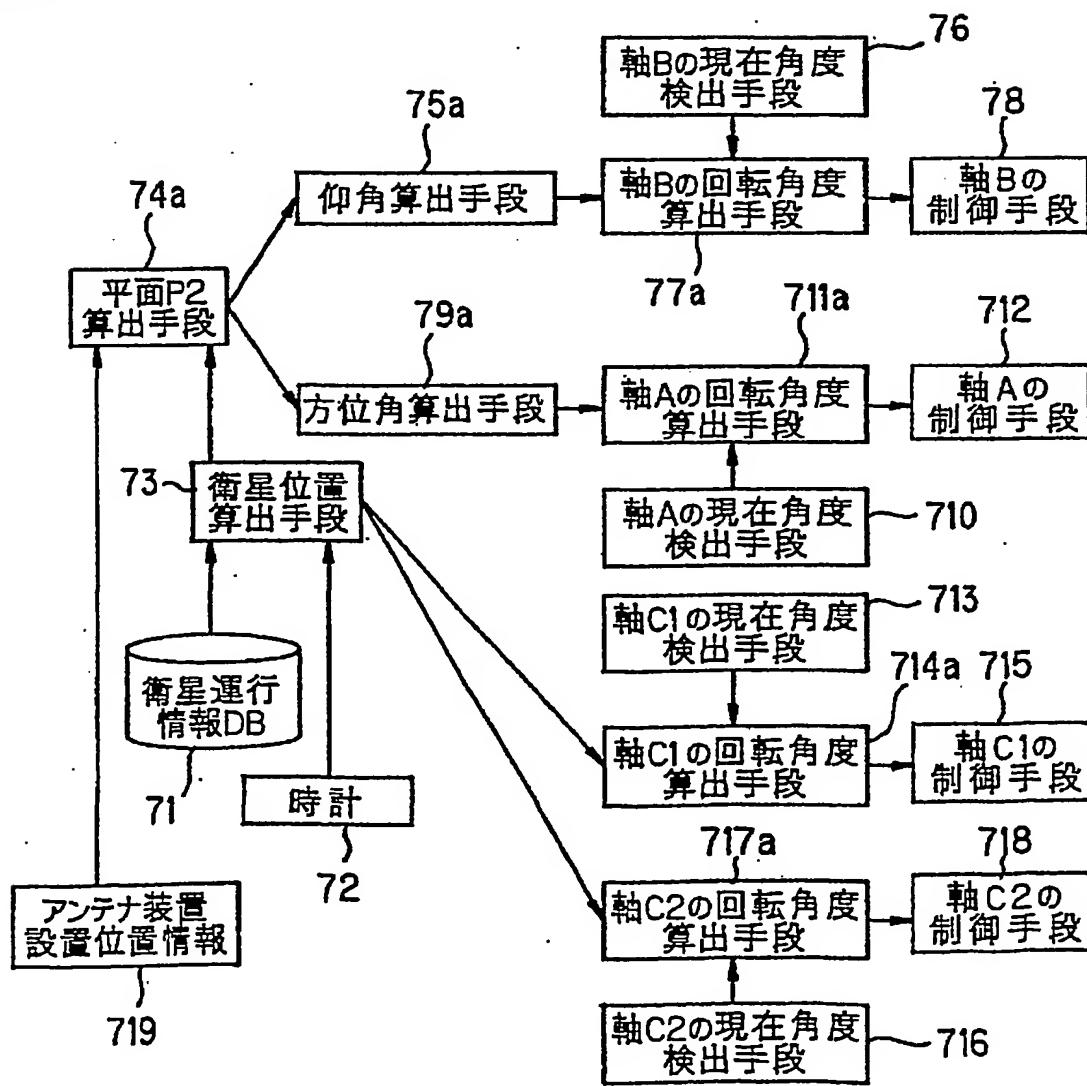
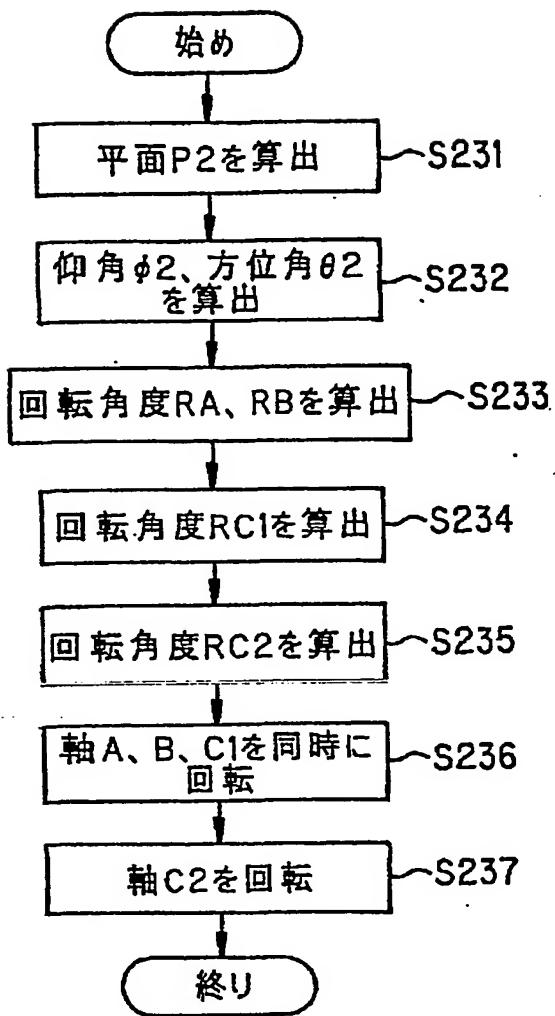


図 2.0



11/13

図 21



12/13

図 2 2

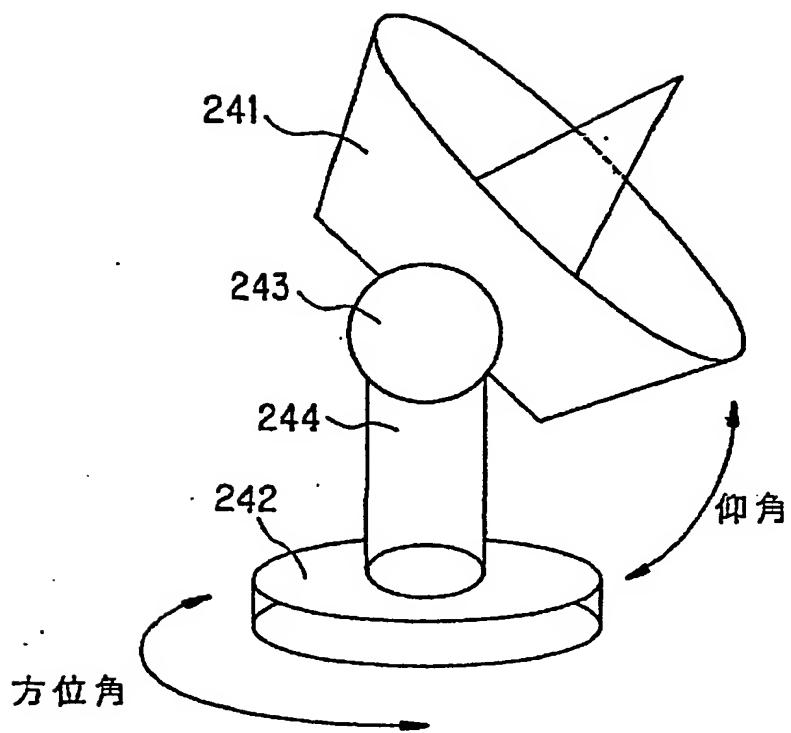
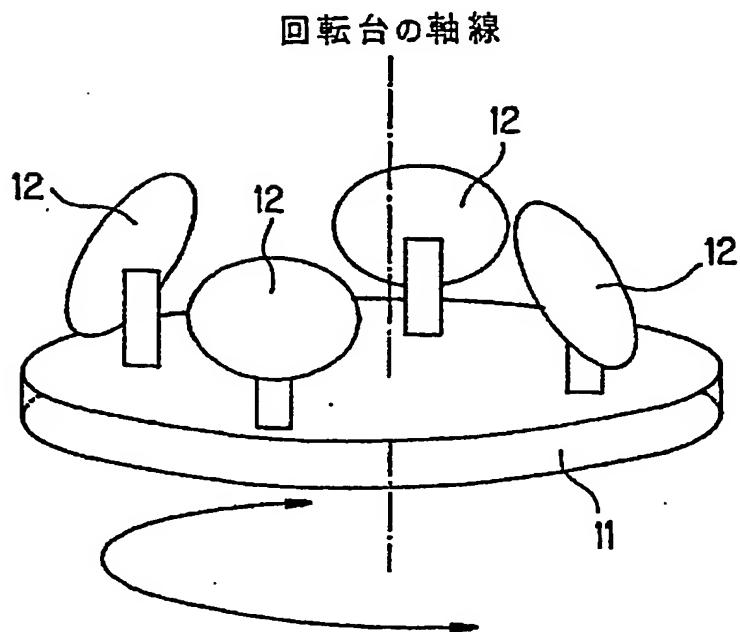


図 2 3



13/13
図24